Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON

ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. v. FICKER
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE · A. KUHN
M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL · H. REIN

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

39. JAHRGANG **HEFT 24 (ZWEITES DEZEMBERHEFT)** **1952**

INHALT:

AUFSÄTZE — Seite

Präzisions-Massenspektrographen. Ein Vergleich der existierenden Apparate. Von J. MATTAUCH 557

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Elektromikroskopische Untersuchungen ferromagnetischer Elementarbezirke. Von A. ECKARDT und B. ELSCHNER . . . 566

Über den Homogenitätsgrad von Röntgenstrahlen. Von E. ZIELER 567

Stochastischer Abhängigkeitscharakter der HEISENBERGschen Ungenauigkeitsrelation. Von I. FÉNYES 568

Über das Wärmeleitvermögen künstlich hergestellter Graphitstifte bei Temperaturen zwischen 3300 und 3700° K. Von J. EULER 568

Empirische Funktion zur Berechnung der Normalentropie von Gasen und dampfförmigen Verbindungen. Von G. GEISELER 569

On Bagchi's calculation of activity coefficients by the method of Gronwall and his collaborators. Von M. DUTTA 569

Die Beziehung zwischen geschmolzenem Descloizit und synthetischem Bleiorthovanadat. Von H. G. BACHMANN 570

Über die quantitative Bestimmung von Isonicotinsäurehydrazid. Von K. W. MERZ und M. SCHIRM 570

Über die Farbe des ätherischen Öles von *Artemisia absinthium* L. und das Proazulen. Von E. STAHL 571

Zur Selbststerilität von *Fragaria viridis* DUCH. Von G. STAUDT 572

Die „Copula" der Oribatiden (Moosmilben). Von F. PAULY . 572

Untersuchungen zum Häutungszyklus der Ringelnatter unter p-Oxypropiophenon. Von J. HALBERKANN 573

Zur Ultraschall-Orientierung der Fledermäuse. Von C. KLEESATTEL 574

Elektrophysiologische Untersuchung des Farbensehens von Fliegen (Calliphora). Von H. STUMPF 574

Ein neuer Nahrungsfaktor, der die Metamorphose von Tribolium confusum Duv. (Tenebrionidae, Coleoptera) ermöglicht. Von G. FRÖBRICH und K. OFFHAUS 575

Neubestimmung der Halbwertszeit des ThB (^{212}Pb). Von H. v. BUTLAR 575

Funktion des regenerierten Tectum opticum bei Molchen. Von F.-K. WIEMER 575

Berichtigungen 576

Zur Struktur und Materie der Festkörper

Diskussionstagung der Sektion für Kristallkunde der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft am 1./2. Mai 1951 in Frankfurt a. M. Mit 95 Textabbildungen. VIII, 304 Seiten. 1952. DM 28.60

Inhaltsverzeichnis: **Begrüßungsansprache des Sektionsleiters** H. O'Daniel-Frankfurt a. M. — **Die phänomenologische Symmetrielehre in ihrer Anwendung auf den strukturell definierten Kristall-, Fourier- und Pattersonraum.** Von P. Niggli-Zürich. — **Translationsgruppen in n-Dimensionen.** Von C. Hermann-Marburg. — **Die Verdampfung von Kristallen.** Von I. N. Stranski, O. Knacke und G. Wolff-Berlin. — **Die Beobachtung von Kristallkeimen als Forschungsmittel für Oberflächenvorgänge.** Von W. Kossel-Tübingen. — **Kooperative Fehlordnung in Kristallen.** Von H. Jagodzinski-Marburg. — **Der statistische Charakter der Feinstruktur hochmolekularer und kolloider Stoffe.** Von R. Hosemann-Berlin. — **Über die Existenzbedingungen von Glaszuständen.** Von A. Smekal-Graz. — **Der Einfluß von Brillouin-Zonen auf physikalisch-chemische Eigenschaften von Legierungen.** Von H. Witte-Darmstadt.

Der Diskussionstagung 1951 der „Sektion für Kristallkunde" der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft lag die Absicht zugrunde, in Vorträgen und Diskussionen einen möglichst weiten Rahmen allgemein kristallographischer Forschung auf den Gebieten der Kristallgeometrie, Kristallchemie und Kristallphysik abzustecken. Als dringendes Anliegen erschien es, zu den Gesprächen über den Kristall Mineralogen und Physikochemiker, Physiker und Chemiker zusammenzuführen und durch gemeinsames Bemühen das Wissen über Bau und Eigenschaften der Stoffe zu mehren. In den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts hat die Kristallographie, verankert in der Mineralogie, eine wesentliche Ausweitung erfahren, ganz besonders nachdem durch von Laue der Beweis von der regelmäßigen Diskontinuität der kristallisierten Materie erbracht war. Von da an wandten sich in zunehmendem Maße die Mathematik, die Physik und die Chemie dem Gebiete zu.
In der vorliegenden Veröffentlichung finden die Ergebnisse dieser fruchtbaren Gemeinschaftsarbeit ihren Niederschlag. Die Vorträge und Diskussionen der Frankfurter Tagung geben als Ganzes ein lebendiges Bild von dem Stand und den Hauptforschungsrichtungen des Arbeitsgebietes.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:

Lange Maxwell & Springer Ltd., 41—45 Neal Street, London, W. C. 2

Springer-Verlag

Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind, und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,

(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Einführung in die Mineralogie

(Kristallographie und Petrologie). Von Dr. phil. **Carl W. Correns,** o. ö. Professor der Mineralogie und Petrographie an der Universität Göttingen. Mit 405 Textabbildungen und 1 Tafel. VIII, 414 Seiten. 1949. DM 38.—; Ganzleinen DM 41.60

Aus den Besprechungen: ... Sowohl nach Anlage und Stoffauswahl, als auch nach Ausführung bis in alle Einzelheiten liegt hier aus der Feder des Verfassers eine glückliche und eigenständige, durch viele originelle Züge ausgezeichnete Behandlung des Gegenstandes vor. Frucht langjähriger Vorlesungstätigkeit läßt das Buch allenthalben die volle Hingabe und das Aufgehen des Verfassers in der gestellten Aufgabe erkennen ...

Das Buch wendet sich an Mineralogen, sowie an die Nachbardisziplinen. Referent ist fest davon überzeugt, daß sich aus dem angesprochenen Leserkreis sowohl unter den Lehrenden als auch unter den Lernenden bald viele Freunde zu diesem Werk bekennen werden. *„Neues Jahrbuch für Mineralogie"*

... „Prof. Correns has covered such a vast range of topics—from structural parts of crystals to geospheres that his book provides an excellent introduction not only to mineralogy as such but to crystallography, petrology and to geochemistry if this be considered in its widest sense. For a work of such compass and erudition the book is quite compact, and it is this compactness combined with the excellent arrangement of the material which makes it so useful". *„Acta Crystallographica"*

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 39 Heft 24 (Zweites Dezemberheft) 1952

Präzisions-Massenspektrographen.

Ein Vergleich der existierenden Apparate*).

Von J. MATTAUCH, Mainz.

Einleitung.

Die Massenspektroskopie wurde bekanntlich fast gleichzeitig 1918/19 von F. W. ASTON [1] und von A. J. DEMPSTER [2] begonnen; ASTON erreichte in seinem Apparate Geschwindigkeitsfokussierung der Ionenstrahlen, indem er in stark vereinfachender Weise die *Prismen*wirkung der Ablenkfelder benutzt, während DEMPSTER für Strahlen homogener Energie einen (schon früher bekannten) speziellen Fall der *Linsen*wirkung eines Magnetfeldes verwendet. Ein Fortschritt in der Präzisionsmessung von Massen wurde zunächst von K. T. BAINBRIDGE [3] (s. Fig. 1a) erreicht, indem er vor eine DEMPSTERsche Anordnung ein Geschwindigkeitsfilter setzte, das für die Analyse im Magnetfeld nur Strahlen homogener Geschwindigkeit zuließ. Eine ähnliche Anordnung wurde später von seinem Schüler E. B. JORDAN [4] (s. Fig. 1b) mit besonders großem Magneten gebaut. Jedoch sind diese und ähnliche Anordnungen [5] heute aus Intensitätsgründen wieder verlassen worden. Eine bessere Lösung ergab sich durch die volle Ausnutzung der Linsen- sowie der Prismenwirkung der Ablenkfelder, die die Massenspektrographen mit Doppelfokussierung (so wie das Wort von uns [6] verstanden wird) liefert, von denen bisher fünf verschiedene Typen realisiert worden sind. Mit diesen wollen wir uns hier hauptsächlich befassen.

A. Linsen- und Prismenwirkung, Doppelfokussierung.

In den doppelfokussierenden Apparaten wurden bisher zur Ablenkung der Ionenstrahlen nur zwei verschiedene Arten von Feldern verwendet, die uns hier allein beschäftigen sollen, nämlich a) ein homogenes Magnetfeld konstanter Feldstärke B_0 mit geradliniger Polschuhbegrenzung und b) ein radiales elektrostatisches Feld, für das zwischen Radiusvektor r und Potential $V(r)$ die Beziehung gilt: $r \cdot \frac{\partial V(r)}{\partial r} = T_0$, wo T_0 eine Konstante ist. Für solche Felder wurde Linsen- und Prismenwirkung in allgemeiner Weise zuerst von R. HERZOG [7] berechnet unter der Voraussetzung, daß der Öffnungswinkel der Strahlenbündel klein ist, so daß er in zweiter Ordnung vernachlässigt werden kann; ferner werden nur Strahlen betrachtet, die in der Ebene verlaufen, die normal zur magnetischen und parallel zur elektrischen Feldstärke steht (Zylinderlinsen). Schließlich wird vom Einfluß der Streu-(Rand-)felder abgesehen[1]).

In der folgenden Darstellung unterscheiden wir Größen des Gegenstands- resp. Bildraumes durch ′ resp. ″; wegen der Umkehrbarkeit des Strahlenganges können sie in allen auf die Abbildung bezüglichen Gleichungen miteinander vertauscht werden. Wo dies notwendig ist, werden Größen und Gleichungen, die sich auf das magnetische bzw. elektrische Feld beziehen, den Index m bzw. e tragen.

1. Linsenwirkung. Wir betrachten Bündel von Ionenstrahlen, die alle die gleiche Masse M_0, gleiche Ladung e und gleiche Geschwindigkeit v_0 besitzen.

a) Magnetfeld. Im Felde sind die Bahnen Kreise vom gleichen Radius:

$$r_m = \frac{M_0 v_0}{e B_0} \tag{1}$$

und außerhalb die geradlinigen Tangenten an diese Kreise. Zu einem Gegenstandspunkt A' findet man den Bildpunkt A'' nach einer von L. CARTAN [8] angegebenen Konstruktion, s. Fig. 2, der auch die Bezeichnungen zu entnehmen sind. Man überzeugt sich von der Richtigkeit,

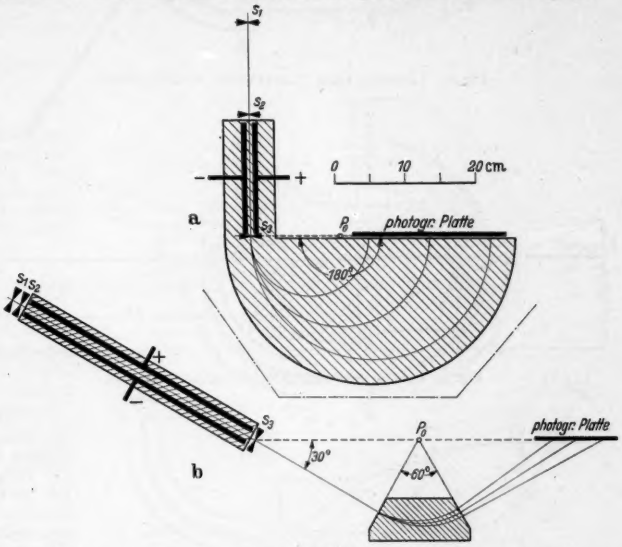


Fig. 1a u. b. a Apparatur von K. T. BAINBRIDGE (1933). b Apparatur von E. B. JORDAN (1941).

daß ein von A' ausgehendes Bündel in A'' in erster Näherung wieder vereinigt wird, durch eine einfache geometrische Überlegung. Diese stützt sich darauf, daß die Bogenstückchen in P_0 mit den Radien $B'P_0$ und $B''P_0$, auf denen in erster Näherung die Mittelpunkte der Kreisbahnen liegen, sich berühren; ferner, daß die Bogenstückchen mit den Radien $B'O'$ bzw. $B''O''$ die Feldgrenzen berühren und ihre Radien die Tangenten jeweils in erster Näherung unter den gleichen Winkeln ε' bzw. ε'' schneiden; schließlich, daß sich der sinus des Winkels $O'A'B' = \pi/2$ resp. $O''A''B'' = \pi/2$ in der Nähe dieses Wertes in erster Näherung nicht ändert.

Fig. 2 entnimmt man leicht [9] die Beziehungen:

$$\Phi_m = \varphi' + \varphi''; \ \operatorname{tg}\varphi' = \operatorname{tg}\varepsilon' + \frac{r_m}{l'_m}, \ \operatorname{tg}\varphi'' = \operatorname{tg}\varepsilon'' + \frac{r_m}{l''_m}. \tag{2m}$$

Elimination der Hilfsgrößen φ' und φ'' liefert die Linsengleichung, die man zweckmäßig auf die Gestalt bringt:

$$(l' - g') \cdot (l'' - g'') = f^2, \tag{3}$$

um dann direkt die von R. HERZOG angegebenen Formeln für f_m, g'_m und g''_m abzulesen. Die Bedeutung der Bezeichnungen entnehme man dem Schema der Fig. 3, aus der man auch die Lateralvergrößerung abliest:

$$-\frac{b''}{b'} = \frac{a''}{a'} = \frac{f}{l' - g'} = \frac{l'' - g''}{f}. \tag{4}$$

*) Ausarbeitung des einleitenden Vortrags, gehalten auf dem „Symposium on Mass-Spectroscopy in Physics Research" gelegentlich der 50 Jahr-Feier des National Bureau of Standards, Washington, D.C., 6. bis 8. September 1951.

[1]) Wie dieser durch Anbringung geeigneter Feldbegrenzungsblenden praktisch beseitigt werden kann, zeigt R. HERZOG [Z. Physik 97, 596 (1935)].

Wo es nur auf den Strahlengang im feldfreien Raum ankommt, braucht es uns nicht zu stören, daß in Fig. 3 nur eine Hauptebene eingezeichnet ist, obwohl es sich bei unseren Feldern im allgemeinen um das Analogon zu „dicken" Linsen (zwei Hauptebenen) handelt.

Wir werden nur die Abstände g der Brennpunkte F von den Ein- und Austrittspunkten O' und O'' des

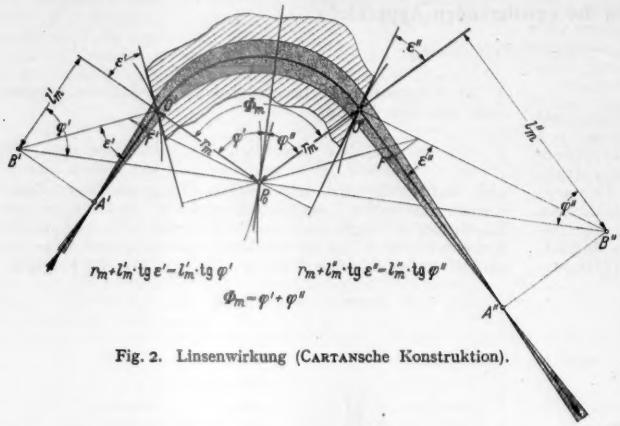


Fig. 2. Linsenwirkung (CARTANsche Konstruktion).

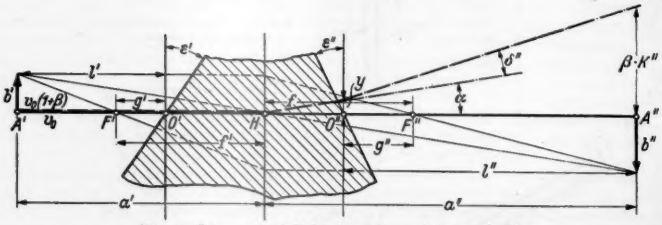


Fig. 3. Linsen- und Prismenwirkung (schematisch).

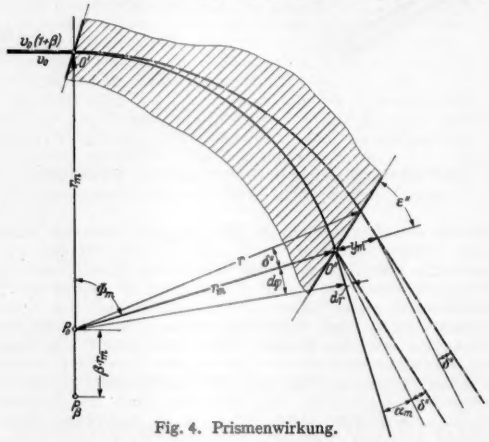


Fig. 4. Prismenwirkung.

Mittelstrahles brauchen, die man leicht aus Gl. (2m) gewinnt. Rückt man z.B. A' ins Unendliche ($l'_m \to \infty$, $\varphi' = \varepsilon'$), so liegt A'' im Brennpunkt ($l''_m = g''_m$, $\varphi'' = \Phi_m - \varepsilon'$), und man erhält:

$$\frac{r_m}{g''_m} = \mathrm{tg}\,(\Phi_m - \varepsilon') - \mathrm{tg}\,\varepsilon''. \qquad (5\,\mathrm{m})$$

b) Elektrisches Feld. Wir behandeln nur Felder, für die

$$\varepsilon' = \varepsilon'' = 0 \qquad (6)$$

ist. Einen ausgezeichneten Radius $r = r_e$ gewinnen wir durch die Festsetzung über das Potential:

$$V(r_e) = 0\,. \qquad (7)$$

Das Kräftegleichgewicht besagt, daß

$$M_0 v_0^2 = r \cdot e \frac{\partial V}{\partial r} = e\,T_0 \qquad (8)$$

ist. Parallelstrahlen der Masse M_0, Ladung e und Geschwindigkeit v_0, die senkrecht zur Feldbegrenzung einfallen, würden sich daher auf konzentrischen Kreisbahnen bewegen, wenn sie ihre kinetische Energie beibehielten. Linsenwirkung kommt hier zustande durch die durch Beobachtung [10] bestätigte Tatsache, daß die Strahlen an den Feldgrenzen jeweils einen Potentialsprung zu überwinden haben, der bei Beschränkung auf die „Umgebung" von r_e:

$$r = r_e \cdot (1 + \zeta)\,, \qquad \zeta \ll 1 \qquad (9)$$

durch Verringerung der kinetischen Energie die Geschwindigkeit auf

$$v = v_0 \cdot (1 - \zeta) \qquad (10)$$

herabsetzt. Die HERZOGschen Rechnungen zeigen, daß man Lage der Brennpunkte und Brennweite erhält, indem man in den für das Magnetfeld geltenden Formeln [z.B. Gln. (2m) und (5m)] überall

$$\left.\begin{array}{ll} \dfrac{r_e}{\sqrt{2}} & \text{statt } r_m \\ \text{und} & \\ \sqrt{2} \cdot \Phi_e & \text{statt } \Phi_m \end{array}\right\} \qquad (11)$$

setzt. Insbesondere erhält man für die Lage der Brennpunkte unter Beachtung von Gl. (6):

$$\frac{r_e}{g'_e} = \frac{r_e}{g''_e} = \frac{r_e}{g_e} = \sqrt{2} \cdot \mathrm{tg}\left(\sqrt{2}\,\Phi_e\right). \qquad (5\mathrm{e})$$

2. *Prismenwirkung.* Man betrachtet zwei parallele Strahlen (Leitstrahlen von zwei Bündeln), deren Teilchen bei gleicher Masse M_0 und Ladung e einen verhältnismäßigen Geschwindigkeitsunterschied $\beta \ll 1$ aufweisen.

a) Magnetfeld. Es sollen r und φ mit P_0 als Pol die Polarkoordinaten eines Strahlteilchens der Geschwindigkeit $v = v_0(1 + \beta)$ bezeichnen und $r = r_m$ die Kreisbahn der Teilchen der Geschwindigkeit v_0. Wenn beide Strahlen bei O' (s. Fig. 4) das Feld mit gemeinsamer Tangente betreten, wird die Größe von ε' keine Rolle spielen. Da die beiden Kreisbahnradien sich aber nach Gl. (1) um $\beta \cdot r_m$ unterscheiden, wird sich, wie man sich durch Vervollständigung der Zeichnung von Fig. 4 leicht klar macht, die stets positive Entfernung y zweier entsprechender Bahnpunkte auf dem gleichen Radiusvektor mit der Periode 2π mit dem Maximalwert $2 r_m \beta$ beim Polarwinkel $\varphi = \pi$ verändern. Es muß somit

$$y = r - r_m = \beta \cdot 2 r_m \sin^2 \frac{\varphi}{2} \qquad (12)$$

sein. Beim Austritt aus dem Feld beträgt also die „Entfernung" beider Strahlen:

$$y_m = \beta \cdot r_m (1 - \cos \Phi_m)\,. \qquad (13\,\mathrm{m})$$

Wäre $\varepsilon'' = 0$, so wäre der Winkel, den die Bahntangenten beim Austritt bilden, wie aus Fig. 4 sofort ersichtlich:

$$\alpha_m = \frac{1}{r_m} \cdot \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)_{\varphi = \Phi_m} = \beta \cdot \sin \Phi_m\,. \qquad (14\,\mathrm{m})$$

Bei $\varepsilon'' \neq 0$ kommt jedoch, wie man aus der gleichen Figur abliest, noch der Winkel

$$\delta'' = \frac{y_m \cdot \mathrm{tg}\,\varepsilon''}{r_m} = \beta \cdot (1 - \cos \Phi_m) \cdot \mathrm{tg}\,\varepsilon'' \qquad (15\,\mathrm{m})$$

hinzu. In Fig. 3 ist diese Prismenwirkung schematisch eingetragen. Wir bemerken noch, daß man durch die spezielle Wahl

$$\varepsilon'' = \frac{1}{2}\Phi_m - \frac{\pi}{2}\,, \text{ d.h. } \mathrm{tg}\,\varepsilon'' = -\,\mathrm{ctg}\,\frac{1}{2}\Phi_m\,, \quad \delta'' = -\alpha_m \qquad (16)$$

machen kann, so daß beide Strahlen parallel austreten.

Unter Geschwindigkeitsdispersion verstehen wir die Entfernung $\beta \cdot K''_m$, mit der die beiden Strahlen auf einem in der Bildentfernung normal zur Strahlrichtung angebrachten Schirm auftreffen. Wie man sofort sieht (s. Fig. 3), ist:

$$\beta \cdot K''_m = y_m + l''_m \cdot (\alpha_m + \delta'') . \tag{17m}$$

b) Elektrisches Feld. Wie aus den HERZOGschen Rechnungen hervorgeht, hat man neben dem Ersatz von Gl. (11) auch noch, da es sich um eine Länge handelt,

$$\frac{y_e}{\sqrt{2}} \quad \text{statt} \quad y_m \tag{18}$$

zu schreiben; man erhält damit sofort die entsprechenden Formeln

$$y_e = \beta \cdot r_e \left[1 - \cos\left(\sqrt{2}\,\Phi_e\right)\right], \tag{13e}$$

$$\alpha_e = \frac{1}{r_e} \cdot \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)_{\varphi = \Phi_e} = \beta \cdot \sqrt{2} \sin\left(\sqrt{2}\,\Phi_e\right). \tag{14e}$$

Da hier wegen Gl. (6) die zusätzliche Prismenwirkung

$$\delta'' = 0 \tag{15e}$$

verschwindet, liefern sie die Geschwindigkeitsdispersion zu

$$\beta \cdot K''_e = y_e + l''_e \cdot \alpha_e . \tag{17e}$$

3. Doppelfokussierung. Schaltet man vor das den Strahl in die verschiedenen Massen auflösende Magnetfeld ein elektrisches Radialfeld als Energiefilter, so muß man, um den Eintrittsspalt $s = b'_e$ auf die photographische Platte oder den Empfängerschlitz abbilden zu können, zunächst das Bild der elektrischen Linse (Zwischenbild) zum Gegenstand der magnetischen Linse nehmen:

$$b''_e = b'_m \tag{19}$$

und ferner

$$l''_e = \Delta - l'_m \tag{20}$$

machen, wenn Δ die Entfernung zwischen dem Ende der elektrischen und dem Beginn der magnetischen Ablenkung bedeutet. Um aber das Bild b''_m der magnetischen Linse unabhängig von einem Geschwindigkeitsunterschied β der Strahlen zu erhalten, müssen außerdem die beiden Geschwindigkeitsdispersionen der von korrespondierenden Punkten des Schlitzes und des schließlichen Bildes ausgehend gedachten Strahlenbündel am Orte des Zwischenbildes einander gleich sein:

$$\beta \cdot K''_e = \beta \cdot K'_m . \tag{21}$$

Nach den Gln. (17e) und (17m) lautet die Bedingung für Doppelfokussierung daher explizite:

$$y_e + l''_e \cdot \alpha_e = y_m + l'_m \cdot (\alpha_m + \delta') , \tag{22}$$

in die noch die durch die Gln. (13e), (14e), (13m), (14m), (15m) gegebenen Werte einzusetzen sind.

Für die Planung eines doppelfokussierenden Apparates ist Gl. (22) zwar eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung. Eine Reihe von Daten kann frei gewählt werden, wofür bei den ausgeführten Typen praktische Gesichtspunkte oder auch nur historische Gründe maßgebend gewesen sein mögen. Da y_m den von der Masse abhängigen Bahnradius r_m enthält, wird die Bedingung (22) im allgemeinen nur für eine Masse erfüllt sein. Durch besondere Wahl der Daten, auf die wir noch zurückkommen, gelingt es jedoch, sie von der Masse unabhängig zu machen.

B. Die ausgeführten Apparate mit Doppelfokussierung.

Wir kommen nun zur Besprechung der tatsächlich ausgeführten Massenspektrographen. Um sie später in bezug auf Auflösungskraft, Massendispersion usw. vergleichen zu können, berechnen wir auch bei jedem die dafür maßgebenden Ausdrücke für K'_e und K''_m.

a) Doppelfokussierung für nur eine Masse. Der Einfachheit wegen wurde hier nur mit Magnetfeldern mit senkrechtem Ein- und Austritt des Leitstrahles gearbeitet, bei denen also ebenso wie beim elektrischen Felde stets Gl. (6) erfüllt ist. Außerdem wurde in allen Fällen in einem der beiden Felder oder in beiden symmetrische Abbildung ($\varphi' = \varphi'' = \frac{1}{2}\Phi_m$ bzw. $= \frac{1}{2}\sqrt{2}\,\Phi_e$) gewählt, d.h. es ist nach Gln. (2m) und (11):

$$l'_m = l''_m = \frac{r_m}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}\Phi_m} \quad \text{bzw.} \quad l'_e = l''_e = \frac{r_e}{\sqrt{2} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\sqrt{2}\,\Phi_e\right)} . \tag{23}$$

Ferner gilt dann nach Gln. (17m, e), (13m, e) (14m, e) und (15m, e):

$$K'_m = K''_m = 2r_m \quad \text{bzw.} \quad K'_e = K''_e = 2r_e . \tag{24}$$

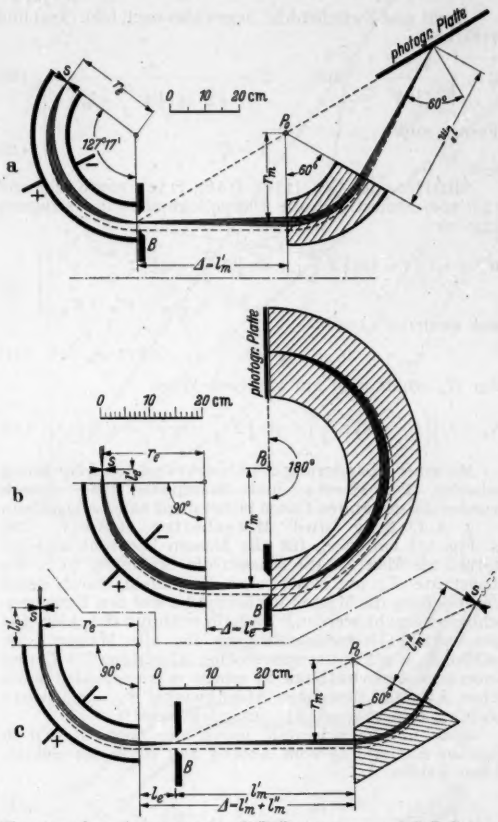


Fig. 5a u. b. a Apparatur von K.T. BAINBRIDGE und E. B. JORDAN (1936). b Apparatur von A. O. NIER und T. R. ROBERTS (1949/51).

Von diesen drei Möglichkeiten wurde je ein spezieller Fall realisiert:

1. K. T. BAINBRIDGE und E. B. JORDAN (1936) [*11*] (s. Fig. 5a) wählen den wohl einfachsten Fall symmetrischer Abbildung in beiden Feldern und zwar $\Phi_e = \sqrt{2}\,\frac{\pi}{2}$ [d.h. nach Gln. (2m) und (11) $l'_e = l''_e = 0$], $\Phi_m = \frac{\pi}{3}$ und $l'_m = l''_m$.

Spalt und Zwischenbild liegen demnach zu Beginn und am Ende des elektrischen Feldes; die Entfernung der beiden Felder ist nach (20):

$$\Delta = l'_m . \tag{25}$$

Die Doppelfokussierungsbedingung (21) spezialisiert sich mit Gl. (24) zu:

$$K'_e = K''_e = 2r_e = 2r_m = K'_m = K''_m . \tag{26}$$

Das Verhältnis der ausgezeichneten Kreisbahnradien ist also 1 und es muß nach Gl. (2m):

$$r_e = r_m = \frac{l'_m}{\sqrt{3}} = \frac{l''_m}{\sqrt{3}} \tag{27}$$

gemacht werden.

Die gleiche Anordnung wurde von T. ASADA und Mitarbeitern [12] 1940 kopiert und neuerdings von K. OGATA und H. MATSUDA [13] unter Beibehaltung der ursprünglichen Maße technisch verbessert.

2. A. J. DEMPSTER (1935) [14] und H. E. DUCKWORTH (1950)[1]) (s. Fig. 5b) gehen von dem altbekannten Magnetfeld von $\Phi_m = \pi$ aus, bei dem nach Gl. (2m) $l'_m = l''_m = 0$ ist und das DEMPSTER seit langem für seine massenspektrometrischen Untersuchungen verwendet hatte; dazu wählen sie r_e sowie $\Phi_e = \frac{\pi}{2}$ mit $\operatorname{tg}\varphi' = \frac{1}{0{,}15 \cdot \sqrt{2}}$.

Spalt und Zwischenbild liegen also nach Gln. (2m) und (11) bei

$$l'_e = \frac{r_e}{\sqrt{2} \cdot \operatorname{tg}\varphi'} \quad \text{und} \quad l''_e = \frac{r_e}{\sqrt{2} \cdot \operatorname{tg}\left(\sqrt{2}\,\frac{\pi}{2} - \varphi'\right)}. \tag{28}$$

Ferner muß

$$\Delta = l''_e \tag{29}$$

sein.

Mit Hilfe der Gln. (13e), (14e), (15e), sowie (24) und (28) spezialisiert sich die Doppelfokussierungsbedingung (22) zu:

$$\left.\begin{aligned} K''_e &= r_e \cdot \left[\left(1 - \cos\sqrt{2}\,\frac{\pi}{2}\right) + \sin\sqrt{2}\,\frac{\pi}{2} \cdot \operatorname{ctg}\left(\sqrt{2}\,\frac{\pi}{2} - \varphi'\right)\right] \\ &= 2 r_m = K'_m = K''_m, \end{aligned}\right\} \tag{30}$$

was numerisch ergibt:

$$r_m = 1{,}146 \cdot r_e \quad \text{oder} \quad r_e = 0{,}873 \cdot r_m. \tag{31}$$

Für K_e erhält man auf gleichem Wege

$$K'_e = r_e \left[\left(1 - \cos\sqrt{2}\,\frac{\pi}{2}\right) + \sin\sqrt{2}\,\frac{\pi}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi'\right] = 1{,}775 \cdot r_e. \tag{32}$$

Mit einer Abänderung der DEMPSTERschen Anordnung arbeiten J. A. HIPPLE und Mitarbeiter [15]; jedoch wurden die gewählten Daten bisher nicht näher angegeben.

3. A. O. NIER und Mitarbeiter (1949/51) [16] (s. Fig. 5c) halten r_m für alle Massen konstant und benutzen als Maß für die Massen die Spannung (d.h. die Konstante T_0) am elektrischen Radialfeld, durch deren Veränderung die Massen nacheinander auf den Empfangschlitz gebracht werden. Deshalb erübrigt sich hier eine gleichzeitige Doppelfokussierung für alle Massen. Sie wählen $\Phi_e = \pi/2$ mit symmetrischer Abbildung $l'_e = l''_e$ und außerdem den von NIER in seinen massenspektrometrischen Arbeiten benutzten Ablenkwinkel $\Phi_m = \pi/3$, wozu noch r_m und $\operatorname{tg}\varphi' = 0{,}438$ festgelegt wird[2]).

Spalt und Zwischenbild liegen also nach Gl. (23) in gleicher Entfernung vom Anfang und Ende des elektrischen Feldes:

$$l'_e = l''_e = \frac{r_e}{\sqrt{2} \cdot \operatorname{tg}\left(\sqrt{2}\,\frac{\pi}{4}\right)}. \tag{33}$$

Ferner ist:

$$l'_m = \frac{r_m}{\operatorname{tg}\varphi'} \quad \text{und} \quad \Delta = l'_m + l''_e \tag{34}$$

zu machen.

Für die Anbringung des Empfängerschlitzes folgt ebenso die Entfernung vom Ende des Magnetfeldes:

$$l''_m = \frac{r_m}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{3} - \varphi'\right)} = \frac{1 + \sqrt{3}\operatorname{tg}\varphi'}{\sqrt{3} - \operatorname{tg}\varphi'} \cdot r_m. \tag{35}$$

Unter Benutzung der Gln. (13m), (14m), (15m) und (24), (34) spezialisiert sich die Doppelfokussierungsbedingung zu:

$$K'_e = K''_e = 2 r_e = \tfrac{1}{2} r_m \left(1 + \sqrt{3}\operatorname{ctg}\varphi'\right) = K'_m \tag{36}$$

oder numerisch:

$$r_e = 1{,}238 \cdot r_m \quad \text{oder} \quad r_m = 0{,}808 \cdot r_e. \tag{37}$$

Schließlich wird unter Hinzuziehung von Gl. (33) ebenso

$$K''_m = \frac{1}{2} r_m \left[1 + \sqrt{3} \cdot \operatorname{ctg}\left(\frac{\pi}{3} - \varphi'\right)\right] = 1{,}677 \cdot r_m. \tag{38}$$

b) Doppelfokussierung für alle Massen. Wie man Gl. (22) ansieht, wird der Einfluß des für die Erfüllung dieses Wunsches lästigen Gliedes y_m um so kleiner, je größer l'_m gewählt wird. Dividiert man also Gln. (20) und (22) durch l'_m und geht zur Grenze $l'_m \to \infty$ über, so erhält man:

$$\frac{l''_e}{l'_m} = -1 \quad \text{und} \quad \alpha_e + \alpha_m + \delta' = 0, \tag{39}$$

worin der von der Masse abhängige Bahnradius im Magnetfeld, r_m, nicht mehr vorkommt. Gl. (39) erscheint somit zunächst als *eine* Bedingung, deren Einhaltung Doppelfokussierung für alle Massen garantiert. Sie leistet aber in der Tat noch mehr.

Setzt man aus Gln. (14e), (14m) und (15m) die Werte ein, so erhält man explizit:

$$-\sqrt{2} \cdot \sin\left(\sqrt{2}\,\Phi_e\right) = \sin\Phi_m + \left(1 - \cos\Phi_m\right) \cdot \operatorname{tg}\varepsilon'. \tag{40}$$

Da Φ_e als Öffnungswinkel eines entsprechend geschnittenen Zylinderkondensators und ε' — alle Strahlen betreten das Magnetfeld in der „Umgebung" des Punktes O' — für alle Massen die gleichen Winkel sind, muß dasselbe auch für Φ_m, den Ablenkwinkel im Magnetfeld, zutreffen. Ein Blick auf Fig. 6 zeigt dann sofort, daß schon aus Ähnlichkeitsgründen auch ε'' für alle Massen den gleichen Wert haben muß. Die hintere Feldbegrenzung wird also eine Gerade durch O', die zur Richtung der einfallenden Strahlen um den Winkel ψ geneigt ist. Auf ihr liegen sämtliche Austrittspunkte O'' der Strahlen. Führt man statt Φ_m diesen Winkel ψ ein, so liest man aus Fig. 6 ab, daß

$$\text{neben} \quad \Phi_m = 2\psi = \text{const} \quad \text{auch} \quad \psi - \varepsilon'' = \frac{\pi}{2} \tag{41}$$

gelten muß. ε'' ist also gerade der Winkel von Gl. (16) geworden, für den $\delta'' = -\alpha_m$ ist, d.h. Strahlen, die sich nur in der Geschwindigkeit unterscheiden, treten ebenso parallel zueinander aus wie Strahlen, die nur in der Masse voneinander verschieden sind. Daß eines aus dem anderen folgt, geht schon aus Gl. (1) hervor; denn nur der Impuls $M \cdot v$ bestimmt den Bahnradius.

Der Grenzübergang $l'_m \to \infty$ bewirkt ferner, daß der Abstand vom Ende des elektrischen zum Beginn des Magnetfeldes unbestimmt wird und beliebig gewählt werden kann. Er bedeutet aber vor allem, daß Strahlen der gleichen Masse M_0, Ladung e und Geschwindigkeit v_0 zwischen den beiden Feldern parallel zueinander verlaufen; ein reelles Zwischenbild entfällt demnach. Um das zu erreichen, muß der abzubildende Spalt im Brennpunkt der elektrischen, die photographische Platte im geometrischen Ort der Brennpunkte F der magnetischen Linse, d.h. in ihrer Brennlinie, liegen. Es muß also:

$$l'_e = g_e = \frac{r_e}{\sqrt{2}} \cdot \operatorname{ctg}\left(\sqrt{2}\,\Phi_e\right) \tag{42}$$

und

$$l''_m = g''_m = r_m \cdot \sin\psi \cos\psi \cdot \left[1 - \operatorname{tg}\psi \cdot \operatorname{tg}(\psi - \varepsilon')\right] \tag{43}$$

sein; die speziellen Werte folgen aus Gln. (5e) und (5m) unter Benutzung von (41). Da g''_m proportional r_m ist, liegen auch die Brennpunkte F alle auf einer Geraden durch O', in die die Platte gelegt wird; das geht bei konstantem Φ_m auch aus Fig. 6 hervor, da sich der Strahlengang für jede Masse ähnlich wiederholt. Die Lage der Platte in einer Geraden durch den Eintrittspunkt O' der Strahlen in das Magnetfeld hat, wie wir noch sehen werden, außerdem den Vorteil, daß sie die einzige ist, bei der die Massenskala in geschlossener Form angebbar ist.

Umgekehrt läßt sich leicht einsehen, daß die Forderung nach Doppelfokussierung für alle Massen bei gerader hinterer Polschuhbegrenzung und gerader Brennlinie nur erfüllt werden kann, wenn beide Geraden durch O' gehen, Φ_m für alle Massen konstant und der Strahlengang zwischen den Feldern parallel ist [17]. Die in Gl. (39)

[1]) H. E. DUCKWORTH [Rev. Sci. Instrum. 21, 54 (1950)] bildet die DEMPSTERsche Anordnung mit einer Linearvergrößerung von 1:2,3 und einigen technischen Verbesserungen nach.

[2]) Die spezielle Wahl der unsymmetrischen Abbildung im Magnetfeld soll nach NIER eine Richtungsfokussierung zweiter Ordnung ergeben (s. a. H. HINTENBERGER, Vortrag auf dem Symposium on Mass-Spectroscopy in Physics Research, Washington, D. C., 6.—8. Sept. 1951).

oder (40) ausgesprochene Bedingung ist also auch die einzig mögliche, die mit den beiden hier allein betrachteten Arten von Feldern Doppelfokussierung für alle Massen bei gleichzeitig gerader hinterer Polschuhbegrenzung und gerader Brennlinie garantiert.

Um die Plattenlage zu charakterisieren, führen wir den Winkel ω (s. Fig. 6) ein, den die auftreffenden Strahlen mit der Plattennormalen bilden. Der Sinussatz, auf die Dreiecke $O'O''F$ mit den Winkeln $\psi + \omega - \frac{\pi}{2}$, $\pi - \psi$ und $\frac{\pi}{2} - \omega$ angewandt, lautet, wenn wir noch die Entfernung $O'F$ mit y bezeichnen:

$$y : g''_m : 2 r_m \sin\psi = \sin\psi : -\cos(\psi + \omega) : \cos\omega . \qquad (44)$$

Mit Hilfe von Gl. (43) erhalten wir daraus die beiden Beziehungen:

$$\frac{1}{2} y = \frac{\sin^2\psi}{\cos\omega} \cdot r_m \quad \text{und} \quad \operatorname{tg}\psi \cdot \operatorname{tg}(\psi - \varepsilon') + 2 \operatorname{tg}\psi \cdot \operatorname{tg}\omega = 3 \qquad (45)$$

und schreiben damit unsere Bedingung (40) in der Form:

$$\left.\begin{aligned} -\sqrt{2} \cdot \sin\left(\sqrt{2}\,\Phi_e\right) &= 2 \sin\psi \cos\psi \cdot [1 + \operatorname{tg}\psi \cdot \operatorname{tg}\varepsilon'] \\ &= \frac{\operatorname{tg}\psi}{2 - \operatorname{tg}\psi \cdot \operatorname{tg}\omega} , \end{aligned}\right\} \qquad (46)$$

die es erleichtert, bei der Wahl eines speziellen Apparates über zwei der drei festen Winkel ψ, ε', ω in gewünschter Weise zu verfügen.

Für alle Massenspektrographen dieser Art ist:

$$K'_e = r_e \qquad (47)$$

und

$$K''_m = 2 r_m \cdot \sin^2\psi = y \cdot \cos\omega , \qquad (48)$$

wie man aus Gln. (17e), (13e), (14e) unter Beachtung von (42) resp. aus Gln. (17m), (13m) unter Beachtung von (16) und (45) sofort sieht.

4. C. REUTERSWÄRD (1943) [*18*] (s. Fig. 7a) wählt $\varepsilon' = \psi$ und wünscht den Einfallswinkel $\omega = 65°$ nicht zu überschreiten, wodurch $\operatorname{ctg}\omega = 0{,}467$ festgelegt wird. Dann folgt aus Gl. (45):

$$\operatorname{tg}\psi = \tfrac{3}{2} \operatorname{ctg}\omega \quad \text{oder} \quad \psi = \varepsilon' = 35°, \qquad \Phi_m = 70°. \qquad (49)$$

Die Bedingung (46) für Doppelfokussierung aller Massen wird damit:

$$-\sqrt{2} \cdot \sin\left(\sqrt{2}\,\Phi_e\right) = 2 \operatorname{tg}\psi = 3 \operatorname{ctg}\omega , \quad \text{woraus} \quad \Phi_e = -58° \qquad (50)$$

folgt. Schließlich berechnet man aus Gln. (48) und (49):

$$K''_m = \frac{18 \operatorname{ctg}^2\omega}{4 + 9 \operatorname{ctg}^2\omega} \cdot r_m = 0{,}658 \cdot r_m . \qquad (51)$$

Der Spezialfall $g''_m = 0$ kann besonderes Interesse beanspruchen, da er vermeidet, daß die Strahlen beim Austritt aus dem Magnetfeld das Streufeld passieren müssen; die photographische Platte kann in das Feld hinein verlegt werden. Wie aus Gl. (43) ersichtlich, muß dazu

$$\operatorname{tg}\psi \cdot \operatorname{tg}(\psi - \varepsilon') = 1 \qquad \text{d.h.} \qquad 2\psi - \varepsilon' = \frac{\pi}{2} \qquad (52)$$

sein. Ferner muß dann nach Gl. (45) auch

$$\operatorname{tg}\psi \cdot \operatorname{tg}\omega = 1 \qquad \text{d.h.} \qquad \psi + \omega = \frac{\pi}{2} \qquad (53)$$

erfüllt sein. Damit schreibt sich die Bedingung (46)

$$-\sqrt{2} \cdot \sin\left(\sqrt{2}\,\Phi_e\right) = \operatorname{tg}\psi = \operatorname{ctg}\omega = \frac{1 + \operatorname{tg}\frac{\varepsilon'}{2}}{1 - \operatorname{tg}\frac{\varepsilon'}{2}} . \qquad (54)$$

Man kann nunmehr nur über einen der drei Winkel ψ, ω, ε' frei verfügen. Wünscht man z.B. die Apparatur mit dem steilsten Einfall der Strahlen auf die Platte zu konstruieren, so sieht man aus Gl. (54) sofort, daß $\operatorname{ctg}\omega$ seinen maximalen Wert erreicht, wenn

$$\sqrt{2} \cdot \Phi_e = -\frac{\pi}{2}, \qquad \Phi_e = -\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \qquad (55)$$

gewählt wird. Damit werden aus der Bedingung (54) die Winkel ψ, ω, ε' festgelegt zu:

$$\operatorname{tg}\psi = \operatorname{ctg}\omega = \sqrt{2}, \qquad \operatorname{tg}\frac{\varepsilon'}{2} = \frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2} + 1} . \qquad (56)$$

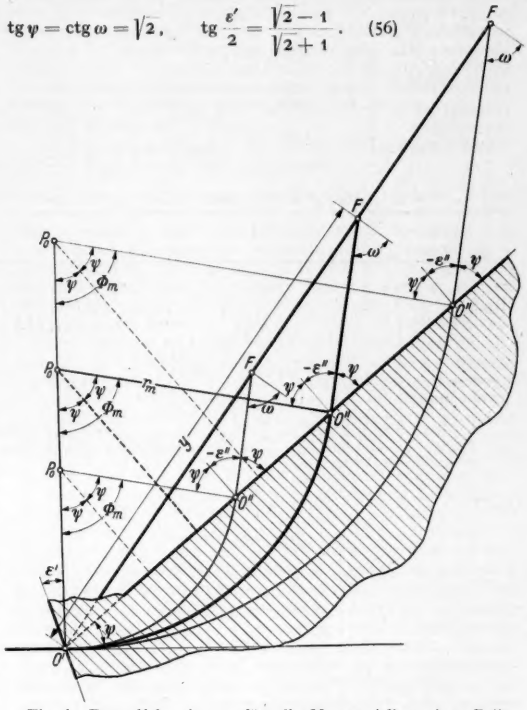


Fig. 6. Doppelfokussierung für alle Massen (allgemeiner Fall).

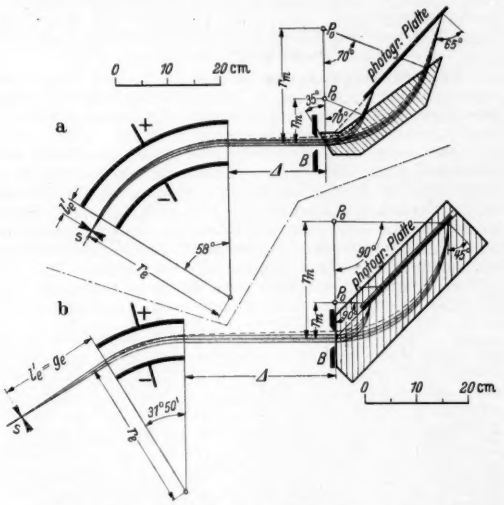


Fig. 7a u. b. a Apparatur von C. REUTERSWÄRD (1943).
b Apparatur von J. MATTAUCH und R. HERZOG (1934/36).

5. J. MATTAUCH und R. HERZOG (1934/36) [*19*] (s. Fig. 7b) wählen in dem von ihnen ausgeführten Apparat außer $g''_m = 0$ auch noch $\varepsilon' = 0$. Die Bedingung (54) für Doppelfokussierung aller Massen vereinfacht sich dann zu:

$$-\sqrt{2} \cdot \sin\left(\sqrt{2}\,\Phi_e\right) = \operatorname{tg}\psi = \operatorname{ctg}\omega = 1 , \qquad (57)$$

woraus

$$\psi = \omega = \frac{\pi}{4}, \quad \Phi_m = \frac{\pi}{2}, \quad \sqrt{2}\,\Phi_e = -\frac{\pi}{4}, \quad \Phi_e = -\frac{\pi}{4\sqrt{2}} \qquad (58)$$

Tabelle 1. *Größenverhältnisse bei den verschiedenen ausgeführten Typen von doppelfokussierenden Massenspektrographen.*

Apparate Typ		Lateralvergrößerung b''_m/s	Linienbreite dy	Disp. koeff. D	Auflösungsvermögen M/dM	Gefilterte Energie dW/W_0	Länge des Strahlenweges L
Reelles Zwischenbild	1.	$1{,}000 \cdot r_m/r_e = 1$	$2{,}000 \cdot s$	$2{,}000 \cdot r_m$	$1{,}000 \cdot r_e/s$	$1{,}000 \cdot d/r_e$	$6{,}733 \cdot r_e = 6{,}733 \cdot r_m$
	2.	$1{,}127 \cdot r_m/r_e = 1{,}291$	$1{,}291 \cdot s$	$1{,}000 \cdot r_m$	$0{,}887 \cdot r_e/s$	$0{,}873 \cdot d/r_e$	$5{,}144 \cdot r_e = 4{,}490 \cdot r_m$
	3.	$0{,}839 \cdot r_m/r_e = 0{,}677$	$0{,}677 \cdot s$	—	$1{,}000 \cdot r_e/s$	$1{,}000 \cdot d/r_e$	$6{,}059 \cdot r_e = 7{,}502 \cdot r_m$
Doppelfokussierung für alle Massen	4.	$0{,}658 \cdot r_m/r_e = 0{,}20$ bis 0,48	$0{,}47 \cdot s$ bis $1{,}14 \cdot s$	$0{,}776 \cdot r_m$	$0{,}500 \cdot r_e/s$	$1{,}143 \cdot d/r_e$	$2{,}21 \cdot r_e = 7{,}37 \cdot r_m$ bis $2{,}95 \cdot r_e = 4{,}02 \cdot r_m$
	5.	$1{,}000 \cdot r_m/r_e = 0{,}23$ bis 0,87	$0{,}33 \cdot s$ bis $1{,}23 \cdot s$	$0{,}707 \cdot r_m$	$0{,}500 \cdot r_e/s$	$1{,}505 \cdot d/r_e$	$2{,}67 \cdot r_e = 11{,}36 \cdot r_m$ bis $3{,}74 \cdot r_e = 4{,}22 \cdot r_m$

Tabelle 2. *Absolute Größenangaben bei den verschiedenen ausgeführten Typen von doppelfokussierenden Massenspektrographen.*

Apparate Typ		r_e cm	r_m cm	y cm	Δ cm	s μ	d mm	dy μ	D cm	M/dM	dW/W_0 ‰	L cm
Reelles Zwischenbild	1.	25,4	25,4		44,0	5 bis 8	0,08	10 bis 16	50,8	50.800 bis 31.750	0,32	171,0
	2.	20,07	22,99	45,98	12,2	25,4	(1,0)	33	22,99	7.010	(4,35)	103,2
	3.	18,87	15,24		41,4	25	2,5	17	—	7.550	13,3	114,3
Doppelfokussierung für alle Massen	4.	30,0	9,0 bis 22,0	14,0 bis 34,2	19,0	34	2	16 bis 39	7,0 bis 17,1	4.410	7,6	66,3 bis 88,4
	5.	28,00	6,58 bis 24,26	9,3 bis 34,3	29,0	2	0,5	0,7 bis 2,4	4,65 bis 17,25	70.000	2,7	74,7 bis 102,5

r_e: Krümmungsradius im elektrischen, r_m: Krümmungsradius im magnetischen Ablenkfelde; y: Koordinate des Bildpunktes auf der Platte, Δ: Abstand vom Ende der elektrischen zum Beginn der magnetischen Ablenkung; s: Breite des abzubildenden Spaltes, d: Breite der Aperturblende.

folgt. Damit wird aus Gl. (48) sehr einfach:

$$K''_m = r_m. \tag{59}$$

Der gleiche Apparat wurde von H. LICHTBLAU [20] für W. WAHL und von H. EWALD [21] unter Beibehaltung der ursprünglichen Maße nachgebildet, von letzterem aber technisch sehr verbessert; in verkleinertem Maßstabe wurde er von A. E. SHAW und W. RALL [22] und wird gegenwärtig in vergrößertem Maßstabe von J. M. DELFOSSE und von K. T. BAINBRIDGE nachgebildet, wobei der letztere eine Linearvergrößerung im Maßstab 1:8 zugrunde legt.

C. *Vergleich der doppelfokussierenden Massenspektrographen.*

Für den Vergleich der verschiedenen im vorigen Abschnitt unter 1., 2., 3., 4., 5. besprochenen Apparate sind vor allem die Lateralvergrößerung, die Massendispersion und das Auflösungsvermögen entscheidend. Sie ergeben sich mit einem Schlage aus den im ersten Abschnitt eingeführten Begriffen der Geschwindigkeitsdispersion. Verlangte die Doppelfokussierungsbedingung die Gleichheit der Geschwindigkeitsdispersion *nach* dem elektrischen und *vor* dem magnetischen Felde, so wird es jetzt vor allem auf die gleichen Größen *vor* dem elektrischen und *nach* dem Magnetfelde ankommen. Für unsere Betrachtungen erweisen sich demnach diese so anschaulichen Begriffe von großer Nützlichkeit und Verwendbarkeit.

a) Die Lateralvergrößerung erhalten wir sofort, wenn wir, vom Zwischenbild ausgehend, den Gang der (sozusagen aufeinander liegenden) Leitstrahlen zweier Bündel der Geschwindigkeit v_0 und $v_0(1+\beta)$ nach beiden Seiten, nämlich in Richtung auf das elektrische Feld zu und in Richtung auf das Magnetfeld zu verfolgen. Liegt das Zwischenbild im Unendlichen, so kann ein beliebiger Punkt zwischen den beiden Feldern zum Ausgangspunkt gewählt werden. Diese beiden Strahlen haben definitionsgemäß an der Stelle des Spaltes von der Breite s den Abstand $\beta \cdot K'_e$ und an der Stelle des schließlichen Bildes von der Breite b''_m den Abstand $\beta \cdot K''_m$. Wählen wir nun β so, daß $\beta \cdot K'_e = s$ ist, dann ist es gerade der Sinn der Doppelfokussierung, daß mit dem so gewählten verhältnismäßigen Geschwindigkeitsunterschied auch $\beta \cdot K''_m = b''_m$ sein muß. Um eben das zu erreichen, wurde ja Geschwindigkeitsfokussierung bei gleichzeitiger Richtungsfokussierung (Doppelfokussierung) eingeführt. Für alle doppelfokussierenden Apparate ist also die Lateralvergrößerung ganz allgemein gegeben durch:

$$\frac{b''_m}{s} = \frac{K''_m}{K'_e}. \tag{60}$$

In Tabelle 1 ist sie für die Typen mit Zwischenbild des vorigen Abschnitts unter Benutzung der entsprechenden Gln. (26), (27) resp. (30), (32), (31) resp. (36), (38), (37) als Vielfaches des hier festen Verhältnisses r_m/r_e sowie ihrem absoluten Wert nach angegeben.

Bei Apparaten mit Doppelfokussierung für alle Massen ist r_m beliebig, und man gibt hier besser den Bereich von y an, der von der Photoplatte umspannt wird. Für diese Typen gilt speziell unter Benutzung der Gln. (47) und (48):

$$\frac{b''_m}{s} = \frac{r_m}{r_e} \cdot (1 - \cos \Phi_m) = \frac{y}{r_e} \cdot \cos\omega, \tag{61}$$

und Tabelle 1 enthält die unter Beachtung von Gl. (51) resp. (59) sich ergebenden entsprechenden Angaben für die beiden ausgeführten Typen dieser Art; bei den absoluten Werten sind bereits die in Tabelle 2 aufgeführten Werte von y und r_e vorweg genommen.

b) Die Linienbreite — dy — auf der Photoplatte ist natürlich durch:

$$dy = \frac{b''_m}{\cos\omega} = \frac{K''_m}{K'_e \cdot \cos\omega} \cdot s \tag{62}$$

und bei den Apparaten mit Doppelfokussierung für alle Massen speziell durch:

$$dy = \frac{r_m}{r_e} \frac{(1 - \cos \Phi_m)}{\cos\omega} \cdot s = \frac{y}{r_e} \cdot s \tag{63}$$

gegeben. Die entsprechenden Werte für die verschiedenen ausgeführten Typen entnimmt man Tabelle 1, wobei für den Typ 3. $\cos\omega = 1$ angenommen ist.

c) Die Massendispersion. Darunter versteht man (ganz ähnlich dem Begriff der Geschwindigkeitsdispersion) den Abstand zweier Linien auf der Platte, die durch zwei Strahlen gleicher Geschwindigkeit v_0 gebildet werden, die aber einen verhältnismäßigen Massenunterschied $\mu = \frac{M - M_0}{M_0}$ aufweisen. Für $\mu \ll 1$ wird dieser Abstand gleich $\mu \cdot D$ sein, wobei wir D, das wir zu berechnen haben, als Dispersionskoeffizienten schlechthin bezeichnen. Vielfach wird die Dispersion für 1% Massenunterschied ($\mu = 0{,}01$) angegeben und mit $D_{1\%}$ bezeichnet. Es ist also sehr angenähert:

$$D_{1\%} = 0{,}01 \cdot D. \tag{64}$$

Für die verhältnismäßige Änderung des Kreisbahnradius r_m im Magnetfeld, die uns in Abschnitt A 2. zur Prismenwirkung und zur Ableitung von Gl. (17m) für K''_m führte, ist es völlig gleichgültig, ob sie durch eine verhältnismäßige Änderung β der Geschwindigkeit oder

durch eine verhältnismäßige Änderung μ der Masse verursacht ist. Wir erhalten daher, wie aus Gln. (1) und (8) sofort ersichtlich ist, die entsprechenden Ausdrücke für die Massendispersion, indem wir im Falle eines Geschwindigkeitsfilters vor dem Magnetfeld $\beta = \mu$, im Falle eines Energiefilters vor dem Magnetfeld $\beta = \frac{1}{2}\mu$ setzen und noch durch $\cos\omega$ dividieren. Es ist also für alle doppelfokussierenden Apparate, die ein Energiefilter in Form eines elektrischen Radialfeldes besitzen, allgemein:

$$D = \frac{K''_m}{2 \cdot \cos\omega}. \tag{65}$$

Für die Apparate mit Doppelfokussierung für alle Massen gilt wieder speziell:

$$D = \frac{(1 - \cos\Phi_m)}{2 \cdot \cos\omega} \cdot r_m = \frac{1}{2}\, y. \tag{66}$$

Diese Beziehung gilt auch für den unter B 2. beschriebenen Typ (Fig. 5b), da auch hier die beiden Geraden für die hintere Feldbegrenzung und die Plattenlage (die übrigens hier ebenso wie beim Typ B 5. zusammenfallen) durch den Eintrittspunkt O' der Strahlen in das Magnetfeld (s. Fig. 6) gehen. Jedoch sind für diesen Typ scharfe Linien nur an *einer* Stelle y der Platte vorhanden, die sich durch Gln. (31) und (45) bestimmt.

Natürlich ist, wie auch aus den Gln. (65) und (66) ersichtlich ist, die Größe der Massendispersion festgelegt durch die Größe des zur Verfügung stehenden Magneten, nach dem sich r_m, Φ_m und $\cos\omega$ richten müssen. Die Erreichung großer Dispersion ist daher in der Hauptsache eine Geldfrage. In Tabelle 1 ist sie für die verschiedenen Typen als Vielfaches von r_m eingetragen.

d) Das Auflösungsvermögen M/dM ist definiert als derjenige Wert von $1/\mu$, für den der Linienabstand auf der Platte gleich ist der Linienbreite. Aus Gln. (65) und (62) erhält man somit für alle doppelfokussierenden Massenspektrographen:

$$\frac{M}{dM} = \frac{K'_e}{2s} \tag{67}$$

und unter Einsetzung des Wertes von Gl. (47) speziell für die Apparate mit Doppelfokussierung für alle Massen:

$$\frac{M}{dM} = \frac{r_e}{2s}. \tag{68}$$

Das Auflösungsvermögen ist natürlich um so größer, je kleiner die Spaltbreite s gemacht werden kann. Sonst hängt es aber bemerkenswerter Weise nur von den Dimensionen des elektrischen Radialfeldes ab und ist speziell in den Apparaten mit Doppelfokussierung für alle Massen einfach dem ausgezeichneten Kreisbahnradius r_e proportional. Da bei den letzteren r_e unabhängig von r_m gewählt werden kann, ist also hier die Erreichung großen Auflösungsvermögens in der Hauptsache eine Frage der Geschicklichkeit sowie der Korngröße der benutzten Plattensorte, die eine untere Grenze für die Linienbreite bildet. In Tabelle 1 notieren wir es für die verschiedenen Typen in Vielfachen von r_e/s.

e) Energiefilterung. Wir berechnen noch den Prozentsatz dW/W_0 der mittleren kinetischen Energie $W_0 = \frac{1}{2}M_0 v_0^2$ der Ionen, der durch eine an der Stelle des Zwischenbildes angebrachte Blende B der vollen Öffnung d hindurch gelassen wird. Wird der eine Blendenrand von Strahlen der Geschwindigkeit v_0 getroffen, so können alle Strahlen die Blende passieren, deren verhältnismäßige Geschwindigkeitsunterschiede davon unter einem maximalen Wert β_m liegen, mit dem der andere Blendenrand getroffen wird; dabei ist definitionsgemäß:

$$\beta_m \cdot K''_e = d \quad \text{und} \quad \beta_m = \frac{1}{2}\,\frac{dW}{W_0}. \tag{69}$$

Daher wird der gesuchte Prozentsatz:

$$\frac{dW}{W_0} = \frac{2d}{K''_e}. \tag{70}$$

Liegt das Zwischenbild im Unendlichen (Apparate mit Doppelfokussierung für alle Massen), dann ist die Stellung für die Anbringung der Blende B willkürlich. Man wird sie aber zweckmäßigerweise an den Eintrittspunkt O' der Strahlen in das Magnetfeld verlegen. Die Berechnung von K''_e für Gl. (70) kann dann ebenso wie die für Apparate mit reellem Zwischenbild nach Gl. (17e) erfolgen, wobei aber hier an Stelle von l''_e der ebenfalls willkürliche Wert Δ der Entfernung von elektrischem und magnetischem Felde tritt. In Tabelle 1 ist dW/W_0 als Vielfaches von d/r_e angegeben; für die letzten beiden Zeilen mußten wieder aus Tabelle 2 die numerischen Werte von Δ/r_e vorweg genommen werden.

f) Die Gesamtlänge L des Strahlenweges vom Spalt bis zur Platte resp. dem Auffänger:

$$L = l'_e + r_e \cdot \Phi_e + \Delta + r_m \cdot \Phi_m + l''_m \tag{71}$$

mag schließlich noch von Interesse sein. Sie ist in Tabelle 1 als Vielfaches von r_e sowie von r_m eingetragen, wie sie sich mit den in B 1., B 2. und B 3. angegebenen Beziehungen leicht berechnet; für die beiden letzten Zeilen sind wieder die Werte von Tabelle 2 zu Hilfe genommen.

Bezieht man, wie dies in Tabelle 1 geschehen ist, die zum Vergleich herangezogenen Eigenschaften auf gleiche Radien r_m bzw. r_e, so erscheint insbesondere in bezug auf Dispersion und Auflösungsvermögen der Typ 1. am glücklichsten gewählt. Überhaupt schneiden bei dieser Vergleichungsart die Apparate mit reellem Zwischenbild günstiger ab als die mit Doppelfokussierung für alle Massen. Insbesondere das Auflösungsvermögen scheint bei den letzteren auf die Hälfte gesunken. Schon in Abs. c) dieses Abschnittes sahen wir jedoch, daß man bei der Aufgabe der Anordnungen mit Geschwindigkeitsfilter gegenüber denen mit Doppelfokussierung wegen des hier erforderlichen Energiefilters den Faktor 2 bei der zu erreichenden Dispersion verlor. Hier können insbesondere die in Fig. 1b und 5a (Typ 1.) resp. die in Fig. 1a und 5b (Typ 2.) dargestellten Apparate unmittelbar miteinander verglichen werden. Trotzdem hat man diesen anscheinenden Nachteil in Kauf genommen und Geschwindigkeitsfilterung zugunsten von Doppelfokussierung verlassen, weil letztere wegen der definierten Linienschärfe — wenigstens bei Bezug auf gleiche Intensität — ein größeres Auflösungsvermögen versprach. Ähnlich sieht man nun aus Tabelle 1, daß auch Doppelfokussierung für alle Massen ihren Preis hat. Nach den Nachbildungen zu schließen, die insbesonders Typ 5. mancherorts auch gegenwärtig noch erfährt, scheint man jedoch willens zu sein, ihn zu bezahlen.

Wie noch aus dem letzten Abschnitt hervorgehen wird, ist übrigens in bezug auf die Massenskala gerade der Typ 1. nicht glücklich gewählt, wenigstens wenn es auf die höheren Glieder in der Entwicklung derselben ankommt. Wie sich zeigen wird, ist es auch bei Präzisionsmessungen von Dubletts wichtig, auf der ganzen Platte scharfe Linien zu haben. Denn nur bei Vermessung benachbarter Linien der gleichen Aufnahme, die als Dispersionslinien verwendet werden, ist es voraussetzungslos möglich, den Dispersionskoeffizienten an der Stelle des Dubletts sowie die höheren Koeffizienten in der Entwicklung der Massenskala experimentell zu bestimmen. Ferner ist es zur Kontrolle und zur Vermeidung systematischer Fehler wünschenswert, durch Aufnahme des Dubletts an verschiedenen Stellen der Platte die Dispersion innerhalb gewisser Grenzen ändern zu können.

Unter den drei ausgeführten Typen mit reellem Zwischenbild scheint der Typ 2. am wenigsten glücklich gewählt zu sein. Neben dem Vorteil der günstigen Massenskala (Platte durch O'), den er mit den Apparaten mit Doppelfokussierung für alle Massen teilt, kann höchstens auf den nicht allzusehr ins Gewicht fallenden Vorteil einer kürzeren Apparaturlänge hingewiesen werden. Auch hier ist er jedoch den beiden letzten Typen nicht überlegen.

Von den tatsächlich bei den verschiedenen Massenspektrographen erreichten und erreichbaren Werten von Dispersion, Auflösungsvermögen usw. gibt aber erst Tabelle 2 ein Bild. Hier sind in den ersten sechs Kolonnen bei den tatsächlich ausgeführten Anordnungen die numerischen Werte der verschiedenen hier interessierenden Größen eingetragen. (Beim Typ 2. wurden die von H. E. DUCKWORTH [*16*] verwendeten Daten benutzt und die von ihm nicht angegebene Blendenweite zu $d = 1$ mm angenommen. In der letzten Zeile wurden die bei den

Messungen des Verfassers mit R. BIERI verwendeten Daten eingetragen.) Daraus errechnen sich dann die in den letzten fünf Kolonnen eingetragenen Werte für die hier zum Vergleich herangezogenen Eigenschaften. Dort, wo danach gestrebt wurde, wurde das theoretische Auflösungsvermögen auch tatsächlich sehr annähernd erreicht. Allerdings fällt auf, daß hierzu beim Typ 1.[1]) anscheinend nur ein recht geringer Betrag gefilterter Energie für die Fokussierung im Magnetfelde zugelassen werden durfte. Ferner schwanken, besonders bei sehr hohem Auflösungsvermögen, die von den Autoren angegebenen Zahlen etwas, da bei enger Schlitzbreite weder diese noch die Linienbreite sich sehr genau messen lassen. Jedenfalls wird man aber Angaben, die den theoretischen Wert der obigen Tabellen übersteigen, mit Mißtrauen begegnen. A. O. NIER und Mitarbeiter (Typ 3.) haben bisher noch nicht nach Erreichung des in Tabelle 2 angegebenen theoretischen Wertes des Auflösungsvermögens gestrebt, wohl weil sie es vorziehen, mit einem ungewöhnlich hohen Prozentsatz der gefilterten Energie zu arbeiten.

D. Die Massenskala.

Theorie der Dispersion[2]).

Eine für den Vergleich der verschiedenen Apparate sehr wichtige Größe stellt die Massenskala dar. Erst mit ihrer Hilfe wird es möglich, die Meßgröße, die eine Länge, eine Spannung oder ein Widerstand, eine Frequenz oder eine Zeit (Flugzeit) sein kann, in Masseneinheiten auszudrücken. Bezeichnen wir die Meßgröße mit y und die Masse mit M, so wollen wir die Beziehung:

$$y = f(M) \tag{72}$$

die Massenskala nennen. Vor allem interessiert uns ihre Entwicklung nach Potenzen von $\mu = \frac{M - M_0}{M_0}$ in der „Umgebung" der Stelle $y_0 = f(M_0)$, wo die zu messende Massendifferenz (Dublett) aufgenommen wurde (z. B. der Stelle, an der Doppelfokussierung stattfindet). Wir machen daher den Ansatz:

$$y - y_0 = F(\mu) = D \cdot \mu (1 + a_1 \mu + a_2 \mu^2 + \cdots). \tag{73}$$

Hier ist D der in Abs. c) des vorigen Abschnittes definierte Dispersionskoeffizient, und es gelten die Beziehungen:

$$D = M_0 \cdot f'(M_0) = \left(\frac{dy}{d\mu}\right)_0 = F'(0) \tag{74}$$

. . . . . .

$$a_i = \frac{M_0^i}{(i+1)!} \frac{f^{(i+1)}(M_0)}{f'(M_0)} = \frac{F^{(i+1)}(0)}{(i+1)!\,D}. \tag{75}$$

Es wird unsere Aufgabe sein, die theoretischen Werte der Koeffizienten für die verschiedenen Typen von Massenspektrographen zu berechnen, wobei sich unsere Betrachtungen auch leicht auf die modernen Apparate mit Spannungs-, Frequenz- oder Zeitmessung ausdehnen lassen; ferner haben wir zu zeigen, wie D und wenigstens noch a_1 durch Vermessung geeigneter „Linien"[3]) von bekannter Masse (Dispersionslinien), die auf der gleichen Aufnahme vorhanden bzw. im gleichen „run" aufgenommen worden sein müssen, experimentell bestimmt werden können.

Die Auflösung von Gl. (73) nach μ liefert uns die „inverse Form" der Massenskala (kurz auch als „inverse Funktion" bezeichnet):

$$\left.\begin{aligned} \mu &= \Phi(y - y_0) \\ &= \frac{y - y_0}{D}\left[1 + \alpha_1\left(\frac{y - y_0}{D}\right) + \alpha_2\left(\frac{y - y_0}{D}\right)^2 + \cdots\right], \end{aligned}\right\} \tag{76}$$

wo

$$D = \frac{1}{\Phi'(0)} \quad \text{und} \quad \alpha_i = \frac{\Phi^{(i+1)}(0) \cdot D^{i+1}}{(i+1)!} \tag{77}$$

ist. Erst diese Form ermöglicht es uns, aus dem gemessenen „Abstand" $y - y_0$ einer „Linie" unbekannter Masse von einer solchen bekannter Masse (Dublettabstand) den verhältnismäßigen Massenunterschied μ (oder angenähert die Differenz der Packungsanteile) zu berechnen. Wie man sich durch fortlaufende Differentiation der Identität

$$F'(\mu) \cdot \Phi'(y - y_0) \equiv 1 \tag{78}$$

nach μ leicht überzeugt, gelten zwischen den durch die Gln. (75) und (77) gegebenen Koeffizienten der beiden Formen der Massenskala die Beziehungen:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_1 &= -a_1 \\ \alpha_2 &= 2a_1^2 - a_2 \\ \alpha_3 &= -5a_1^3 + 5a_1 a_2 - a_3 \\ \alpha_4 &= 14a_1^4 - 21a_1^2 a_2 + 3a_2^2 + 6a_1 a_3 - a_4 \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \tag{79}$$

1. Die theoretischen Werte der Koeffizienten D, a_1, a_2 usw. In der Regel findet im Massenspektrographen die Zerlegung des Ionenstrahles, dessen Teilchen die Masse M, Ladung e und Geschwindigkeit v besitzen, im Magnetfeld statt, dessen Feldstärke $B = B_0$ konstant sein soll und in dem sie Kreisbahnen vom Radius r beschreiben. Wir schreiben noch einmal Gl. (1) in der Form:

$$\frac{Mv}{r} = eB_0. \tag{80}$$

Wir betrachten zunächst r als die zu messende Größe und führen analog zu μ die verhältnismäßige Radienabweichung $\varrho = \frac{r - r_0}{r_0}$ ein. Man hat zwei Fälle zu unterscheiden:

a) Ein Geschwindigkeitsfilter vor dem Magnetfeld bewirkt, daß für alle Ionen v konstant $v = v_0$ ist. Daher wird nach Gl. (80):

$$\frac{M}{r} = \frac{eB_0}{v_0} = \frac{M_0}{r_0} \tag{81}$$

oder

$$\varrho = \mu. \tag{82}$$

b) Ein Energiefilter vor dem Magnetfeld bedeutet nach Gl. (8), daß

$$Mv^2 = eT_0 = \frac{eX_0}{\ln \frac{r_a}{r_i}} \tag{83}$$

und daher die kinetische Energie für alle Ionen konstant ist, wobei mit X_0 die Spannung an den beiden Platten des Zylinderkondensators und mit r_a bzw. r_i der Radius der äußeren bzw. der inneren Platte bezeichnet ist. Hier ist nach Gln. (80) und (83):

$$\frac{M}{r^2} = \frac{eB_0^2}{T_0} = \frac{M_0}{r_0^2}. \tag{84}$$

Damit wird:

$$\varrho = (1+\mu)^{\frac{1}{2}} - 1 = \tfrac{1}{2}\mu\left(1 - \tfrac{1}{4}\mu + \tfrac{1}{8}\mu^2 - \tfrac{5}{64}\mu^3 + \tfrac{7}{128}\mu^4 - + \cdots\right). \tag{85}$$

Die Meßgröße y, die in der Massenskala auftritt, ist nun nicht der Radius r bzw. die verhältnismäßige Abweichung ϱ, sondern in den hier zunächst zu betrachtenden Apparaten (den eigentlichen Massenspektrographen) ein auf einer photographischen Platte auszumessender Abstand zwischen zwei Linien. Für den Zusammenhang zwischen ϱ und y haben wir glücklicherweise wieder nur zwei Fälle zu unterscheiden, um alle für Präzisionsmessungen von Massen benutzten Massenspektrographen — mit Ausnahme des ASTONschen — zu umfassen.

I. Die Platte geht (in ihrer Verlängerung) durch den Eintrittspunkt O' des Leitstrahles in das Magnetfeld (s. Fig. 8 *I*), durch den auch die Verlängerung der geradlinigen hinteren Begrenzung des Magnetfeldes geht. Als Anfangspunkt für die Zählung von y wählen wir O'.

Aus Ähnlichkeitsgründen folgt hier sofort:

$$y - y_0 = y_0 \cdot \varrho. \tag{86}$$

---

[1]) Hier wurden die letzten Daten der japanischen Autoren (s. Zitat [*14*]) verwendet.

[2]) Dieser Abschnitt, der den wesentlichen Teil des Symposium-Vortrages bildete, stellt einen Auszug aus einer demnächst erscheinenden, mit L. WALDMANN verfaßten Arbeit dar.

[3]) Worunter auch Maxima der Spannungs-, Frequenz- bzw. Zeitmessung verstanden werden sollen.

II. Als Magnet wird (s. Fig. 8 *II*) ein Sektorfeld ($\varepsilon' = \varepsilon'' = 0$) vom Öffnungswinkel $\Phi_m = \pi/3$ gewählt, dessen geradlinige Begrenzungen auf der Eintrittsseite senkrecht auf den Leitstrahl, auf der Austrittsseite senkrecht auf den Strahl der Masse M_0 stehen. Die Ionen der Masse M_0 beschreiben demnach im Magnetfeld eine Kreisbahn vom Radius r_0, dessen Mittelpunkt im Scheitel P_0 des Sektors liegt. Die Platte geht in ihrer Verlängerung durch P_0 und bildet bei P_0 mit der hinteren Feldbegrenzung einen Winkel von $\pi/3$. Als Anfangspunkt für die Zählung von y wird P_0 gewählt.

Eine längere Rechnung, die sich auf die Anwendung des Sinussatzes auf die Dreiecke $PO''P_0$ und $P_0O''Y$ stützt, ergibt hier bei Vernachlässigung von Gliedern höherer Ordnung als ϱ^3:

$$y - y_0 = 2y_0 \cdot \varrho\,(1 + \tfrac{9}{16}\varrho + \tfrac{9}{16}\varrho^2 + \cdots)\,. \tag{87}$$

Die beiden durch I und II definierten Anordnungen von Magnetfeld und Platte ergeben kombiniert mit einer der beiden Filterungsmöglichkeiten a) und b) zusammen vier in bezug auf die Massenskala verschiedene Apparattypen. Die Massenskalen ergeben sich jeweils durch Elimination von ϱ aus den oben angegebenen Gleichungen. Man erhält so:

Ia) den Fall von K. T. BAINBRIDGEs [*3*] alter Anordnung (s. Fig. 1a) mit der linearen Massenskala:

$$y - y_0 = y_0 \cdot \mu\,. \tag{Ia}$$

Ib) den Fall der in Abschnitt B unter 2., 4. und 5. beschriebenen Typen (s. Fig. 5b, 7a und 7b) mit:

$$\left.\begin{aligned} y - y_0 &= y_0\,[(1+\mu)^{\frac{1}{2}} - 1] \\ &= \tfrac{1}{2}\,y_0 \cdot \mu\,(1 - \tfrac{1}{4}\mu + \tfrac{1}{8}\mu^2 - \tfrac{5}{64}\mu^3 + \tfrac{7}{128}\mu^4 - + \cdots)\,, \end{aligned}\right\} \tag{Ib}$$

wo die Meßgröße der Wurzel aus der Masse proportional ist;

IIa) den Fall der Anordnung von E. B. JORDAN [*4*] (s. Fig. 1b) mit:

$$y - y_0 = 2y_0 \cdot \mu\,(1 + \tfrac{9}{16}\mu + \tfrac{9}{16}\mu^2 + \cdots) \tag{IIa}$$

und schließlich

IIb) den Fall des Typs 1. von Abschnitt B (s. Fig. 5a) mit:

$$y - y_0 = y_0 \cdot \mu\,(1 + \tfrac{1}{32}\mu + \tfrac{1}{8}\mu^2 + \cdots)\,. \tag{IIb}$$

Die spezielle Anordnung II von Platte und Magnetfeld wurde ursprünglich von K. T. BAINBRIDGE und E. B. JORDAN [*11*] unter anderem deshalb gewählt, weil sich mit Energiefilterung theoretisch eine nahezu lineare Massenskala (Koeffizient a_1 klein) ergab. Bei der Geschwindigkeitsfilterung (Fall IIa) ging dieser seinerzeit als Vorteil empfundene Effekt wieder verloren. Wir wollen ferner nicht vergessen, daß bei dieser Anordnung von Platte und Magnetfeld die beiden oben angegebenen Entwicklungen nur für die Umgebung *des Punktes* Y_0 (s. Fig. 8 *II*) gelten, während bei der Anordnung I (s. Fig. 8 *I*) die Massenskalen (Ia) und (Ib) für *jeden beliebigen Punkt* der Platte Geltung haben.

III. Hier wollen wir alle (neueren) Anordnungen (die Massenspektrometer) zusammenfassen, die *nicht* mit photographischer Platte arbeiten, sondern die durch einen ortsfesten Empfängerschlitz charakterisiert sind, hinter dem der Ionennachweis elektrometrisch (meist mit Hilfe eines Elektronenvervielfachers) erfolgt.

a) A. O. NIER und Mitarbeiter (Typ 3. von Abschnitt B, Fig. 5c) verändern, wie schon erwähnt, die Spannung X am elektrischen Felde und lassen den Radius r von Gl. (80) konstant, $r = r_0$. Mithin wird mit Hilfe von Gl. (83):

$$M \cdot X = e\,B_0\,r_0^2 \cdot \ln \frac{r_a}{r_i} = M_0 \cdot X_0\,. \tag{88}$$

An der Form dieser Beziehung wird auch nichts geändert durch den Umstand, daß die Spannung X von einem von konstantem Strom durchflossenem Widerstand R abgezweigt wird, der seinerseits als Meßgröße Verwendung findet. Identifizieren wir also X bzw. R mit y, so erhalten wir die für diesen Fall gültige Massenskala:

$$\left.\begin{aligned} y - y_0 &= y_0\,[(1+\mu)^{-1} - 1] \\ &= -\,y_0 \cdot \mu\,(1 - \mu + \mu^2 - \mu^3 + \mu^4 - + \cdots)\,, \end{aligned}\right\} \tag{III}$$

d.h. die Meßgröße ist der Masse umgekehrt proportional.

b) S. A. GOUDSMIT [*23*] schlug ein „Time-of-Flight" Massenspektrometer vor, das er mit seinen Mitarbeitern [*24*] aufstellte. Die Ionenquelle ist hier „gepulst", d.h. die Beschleunigungsspannung wirkt nur eine kurze, feste Zeit über, die kleiner ist als die Zeit, die die leichtesten Ionen zur Zurücklegung der Beschleunigungsstrecke brauchen. Für alle Ionen ist daher der Impuls Mv konstant und eine Massenanalyse im Magnetfeld kann nicht stattfinden. Trotzdem wird ein solches aus Fokussierungsgründen verwendet. Die Ionen legen Schraubenbahnen zurück und treffen nach n vollen Umläufen den senkrecht unter der Ionenquelle angeordneten Auffänger.

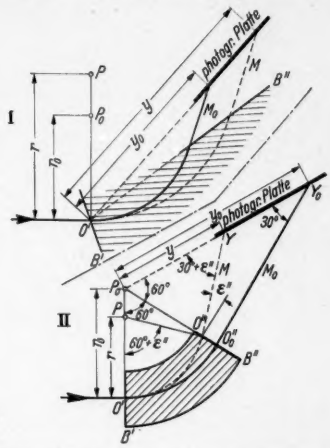


Fig. 8. Anordnung von photographischer Platte und Magnetfeld.

Gemessen wird die Flugzeit $\tau = \dfrac{2n\pi r_0}{v}$ zwischen beiden, für die also gilt:

$$\frac{M}{\tau} = \frac{e\,B_0}{2n\pi} = \frac{M_0}{\tau_0}\,. \tag{89}$$

Schreibt man y statt τ, so erhält man wieder die lineare Massenskala (Ia).

c) J. A. HIPPLE und Mitarbeiter [*25*] benutzen in ihrer als „Omegatron" bekannt gewordenen Anordnung das Zyklotronprinzip, nach welchem nur solche Ionen auf den Auffänger gelangen, für die $v/r = \omega$ ist, wo ω — die Zyklotronfrequenz — die Kreisfrequenz einer Wechselspannung bedeutet, die an ein geeignetes System von Beschleunigungselektroden gelegt wird. Es gilt also nach Gl. (80):

$$M \cdot \omega = e\,B_0 = M_0 \cdot \omega_0\,. \tag{90}$$

Wäre die Meßgröße y hier durch die Zyklotronfrequenz ω gegeben, so würde die Massenskala (III) gelten. Tatsächlich wird jedoch, wenn es sich um kleine Massendifferenzen handelt, ω konstant gleich ω_0 gelassen und dafür die Magnetfeldstärke B durch Veränderung des Stromes in einer Hilfspule variiert. Damit wird:

$$\frac{M}{B} = \frac{e}{\omega_0} = \frac{M_0}{B_0}\,, \tag{91}$$

was bei Identifizierung von B mit y wieder die lineare Massenskala (Ia) ergibt.

2. Die experimentelle Bestimmung von D und a_1. Zur Bestimmung wenigstens dieser beiden Koeffizienten sind zwei Meßgrößen, also die „Abstände" zwischen den „Linien" dreier verschiedener bekannter Massen notwendig. D und a_1 lassen sich *dann* unabhängig voneinander bestimmen, wenn man als Dispersionslinien neben

M_0 zwei andere, zu M_0 in bezug auf die Massenzahl symmetrisch gelegene, möglichst benachbarte Linien der gleichen Aufnahme wählt. Wir unterscheiden durch die Indizes r bzw. l alle Größen, die sich auf die „rechte" (der schweren Masse entsprechende) bzw. die „linke" (der leichten Masse entsprechende) Linie beziehen. Hier setzen wir außerdem voraus, daß speziell:

$$\mu_r = -\mu_l = \bar{\mu} \tag{92}$$

sei, was z. B. immer dann erfüllt ist, wenn M_l, M_0, M_r aufeinanderfolgende Glieder einer Hydridreihe sind. Wir führen ferner die Abkürzungen ein:

$$\Delta y = y_r - y_l, \qquad \varkappa = \frac{y_r - y_0}{y_0 - y_l}, \qquad \Delta M = M_r - M_l. \tag{93}$$

Wir denken uns nun Gl. (73) einmal für die rechte und einmal für die linke Linie angeschrieben. Die Subtraktion dieser beiden Gleichungen liefert, wie man sofort sieht, die Gleichung:

$$\Delta y = D \cdot \frac{\Delta M}{M_0} (1 + a_2 \bar{\mu}^2 + a_4 \bar{\mu}^4 + \cdots), \tag{94}$$

in der die ungeraden Koeffizienten nicht mehr vorkommen und deren Auflösung nach D den Dispersionskoeffizienten an der Stelle y_0 ergibt. Ist die Massenzahl von M_0 größer als 10, so erhält man bereits bei Beschränkung auf das quadratische Glied der Klammer eine Rechengenauigkeit, die besser als $0{,}1\,^0/_{00}$ ist.

Dividiert man die beiden nach Gl. (73) angeschriebenen Gleichungen durcheinander, so erhält man bei Vernachlässigung von $\bar{\mu}^3$ und höheren Potenzen:

$$\varkappa = (1 - 2a_1 \bar{\mu} + 2a_1^2 \bar{\mu}), \tag{95}$$

worin weder D noch a_2 vorkommen. Die Auflösung ergibt:

$$a_1 = -\frac{(1 - \varkappa)}{2\bar{\mu}}, \tag{96}$$

wenn wir Glieder, die in $(1 - \varkappa)$ quadratisch oder von höherer Ordnung sind, vernachlässigen. Bei Massenzahlen größer als 10 wird a_1 nach Gl. (96) mit wenigstens 1 % Genauigkeit berechnet.

Mit den so bestimmten Koeffizienten kann dann nach Gl. (76) die Berechnung der unbekannten Massendifferenzen μ mit einer Genauigkeit geschehen, die der heute erreichbaren Präzision der Messung entspricht. In der Praxis wird man zweckmäßig mit den Abweichungen der experimentell bestimmten Koeffizienten von ihren theoretischen Werten arbeiten. Daß neben D auch mindestens a_1 experimentell bestimmt werden sollte, zeigen z. B. die Messungen von S. A. Goudsmit und Mitarbeitern [24], die, trotzdem hier theoretisch die lineare Massenskala (Ia) erfüllt sein sollte, durch Messung von wenigstens drei Dispersionslinien auch höhere Terme berücksichtigen. Allerdings wirken sich hier, wo mit sehr langsamen Ionen gearbeitet wird, störende Einflüsse besonders stark aus.

Mit Ausnahme der Massenspektrographen, die die Anordnung II von Platte und Magnetfeld (s. Fig. 8 *II*) verwenden, kann man noch folgende wichtige Kontrolle vornehmen. Man variiert y_0, indem man Dublett und Dispersionslinien an verschiedenen Stellen der Platte aufnimmt. Das ist besonders bei den Typen mit Doppelfokussierung für alle Massen, in übertragenem Sinne aber auch beim Typ 3. des Abschnitts B mit der Massenskala (III) leicht durchführbar. Dann soll, wie man durch Differentiation von Gl. (74) nach M_0 bzw. y_0 unter Benutzung von Gl. (75) für a_1 leicht erkennt, die Beziehung:

$$\frac{dD}{dy_0} = \frac{D'}{f'(M_0)} = 1 + M_0 \frac{f''(M_0)}{f'(M_0)} = 1 + 2a_1 \tag{97}$$

erfüllt sein, die die Neigung der experimentell bestimmten D-Kurve resp. der Kurve von $(D - D_{\text{theor}})$ mit dem experimentell bestimmten Wert von a_1 resp. der Abweichung von seinem theoretischen Wert verbindet. Auch ist es in diesen Fällen ohne weiteres möglich, den Dispersionskoeffizienten für die Stelle der rechten oder der linken Dispersionslinie anzugeben, was dann wichtig ist, wenn sich nur auf einer Seite des zu messenden Dubletts geeignete Dispersionslinien vorfinden. Bei den Apparaten mit der Anordnung II von Platte und Magnetfeld ist die Durchführung dieser Kontrolle deshalb nicht ohne weiteres möglich, weil die hier angegebenen Entwicklungen der Massenskala, wie schon erwähnt, bei einer Variation von y_0 nicht mehr gelten.

Literatur.

[1] Aston, F. W.: Philos. Mag. J. Sci. **38**, 707 (1919); **39**, 611 (1920). — Aston, F. W., u. R. H. Fowler: Philos. Mag. J. Sci. **43**, 514 (1922). — [2] Dempster, A. J.: Physic. Rev. **11**, 316 (1918); **18**, 415 (1921). — Proc. Amer. Philos. Soc. **7**, 45 (1921). — Physic. Rev. **20**, 631 (1922). — [3] Bainbridge, K. T.: Physic. Rev. **39**, 847; **40**, 130 (1932). — J. Franklin Inst. **215**, 509 (1933). — [4] Jordan, E. B.: Physic. Rev. **60**, 710 (1941). — [5] Smythe, W. R., u. J. Mattauch: Physic. Rev. **40**, 429 (1932). — Mattauch, J.: Physik. Z. **33**, 899 (1932). — [6] Mattauch, J., u. R. Herzog: Z. Physik **89**, 786 (1934). — [7] Herzog, R.: Z. Physik **89**, 447 (1934). — [8] Cartan, L.: J. Physique Radium **8**, 453 (1937). — [9] Hintenberger, H.: Berner Habil.-Schr. 1950. — [10] Mattauch, J.: Physik. Z. **33**, 899 (1932). — [11] Bainbridge, K. T., u. E. B. Jordan: Physic. Rev. **50**, 282 (1936). — [12] Asada, T., T. Okuda, K. Ogata u. S. Yoshimoto: Proc. physico-math. Soc. Japan (3) **22**, 41 (1940). — [13] Ogata, K., u. H. Matsuda: Physic. Rev. **83**, 180 (1951). — [14] Dempster, A. J.: Proc. Amer. Philos. Soc. **75**, 755 (1935). — [15] Sommer, H., u. J. A. Hipple: Physic. Rev. **83**, 229 (1951) (Abstr.). — German, J. G., E. J. Jones u. J. A. Hipple: Analyt. Chemistry **23**, 438 (1951). — [16] Nier, A. O., T. R. Roberts u. E. G. Franklin: Physic. Rev. **75**, 346 (1949) (Abstr.). — Nier, A. O., u. T. R. Roberts: Physic. Rev. **51**, 507 (1951). — Collins, T. L., A. O. Nier u. W. H. Johnson jr.: Physic. Rev. **84**, 717 (1951). — [17] Klemm, A.: Z. Naturforsch. **1**, 137 (1946). — [18] Reuterswärd, C.: Ark. Mat., Astronom. Fysik, Ser. A. **30**, No. 7 (1943). — [19] Mattauch, J., u. R. Herzog: Z. Physik **89**, 786 (1934). — Mattauch, J.: Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Kl. IIa **145**, 461 (1936). — Physic. Rev. **50**, 617 (1936). — [20] Mattauch, J., u. H. Lichtblau: Z. Physik **111**, 514 (1939). — [21] Ewald, H.: Z. Naturforsch. **1**, 131 (1946). — [22] Shaw, A. E., u. W. Rall: Rev. Sci. Instrum. **18**, 278 (1947). — [23] Goudsmit, S. A.: Physic. Rev. **74**, 622 (1948). — [24] Richards, P. I., E. E. Hays u. S. A. Goudsmit: Physic. Rev. **84**, 824 (1951); **85**, 630 (1952). — [25] Hipple, J. A., H. Sommer u. H. A. Thomas: Physic. Rev. **76**, 1877 (1950). — Sommer, H., H. A. Thomas u. J. A. Hipple: Physic. Rev. **82**, 697 (1951).

Max Planck-Institut für Chemie, Mainz.

Eingegangen am 8. April 1952.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Elektronenmikroskopische Untersuchungen ferromagnetischer Elementarbezirke.

Vor einigen Jahren gaben Williams, Bozorth und Shockley[1]) ein Verfahren an, die Struktur der ferromagnetischen Elementarbezirke auf der Oberfläche von Fe-Si-Einkristallen sichtbar zu machen. Bei diesem Verfahren wird auf die Oberfläche des elektrolytisch polierten Einkristalls ein Tropfen einer kolloidalen Fe_3O_4-Suspension gebracht. Die Fe_3O_4-Teilchen sammeln sich dabei in den magnetischen Streufeldern über den Durchtrittsstellen der Trennwände zwischen den Gebieten einheitlicher Magnetisierung an. Diese Trennwände, die in der Literatur auch *Blochwände* genannt werden, haben eine endliche Dicke von etwa 500 Atomabständen. Auf diese Weise werden die Spuren der Blochwände an der Oberfläche des Metalls sichtbar und können unter einem Metallmikroskop am besten im Dunkelfeld (Vergrößerung etwa 300fach) beobachtet werden.

Im Verlauf ähnlicher Untersuchungen an grobkristallinem Eisen-Siliziummaterial trocknen wir die auf die Oberfläche der Probe gebrachte Fe_3O_4-Suspension ein. Wenn der Eintrock-

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON

ERNST LAMLA

BEIRÄTE:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. v. FICKER
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG K. HENKE · A. KUHN
M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL · H. REIN

NEUNUNDDREISSIGSTER JAHRGANG

1952

SPRINGER-VERLAG
BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG
1952

DRUCK DER UNIVERSITÄTSDRUCKEREI H. STÜRTZ AG., WÜRZBURG

Inhaltsverzeichnis.

I. Verzeichnis der größeren Aufsätze und Berichte[1]).

Allgemeines, Geschichte der Naturwissenschaften, Philosophie.

Informationstheorie. Von Werner Meyer-Eppler. A 341.
Über den statistischen Vergleich einer Normalkurve und einer Prüfkurve. A 457.
Zum 70. Geburtstag von James Franck. Von W. Kroebel. A 385.
Zum Tode Otto Meyerhofs. Von H. H. Weber. A 217.
Rudolf Ladenburg †. Von H. Kopfermann. A 289.
Tätigkeitsbericht der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften für die Zeit vom 1. April 1951 bis 31. März 1952. Ber 437, 461, 495, 507.
Der Bildungswert der Naturwissenschaften und ihre Stellung in der Schule. Von H. Wenke. A 531.

Astronomie.

Beobachtungen der Sonnenfinsternis vom 25. Februar 1952 im Sudan. Von H. von Klüber. Ber 199.
Sonnenüberwachung. Von A. Behr und H. Siedentopf. Ber 28.
Der Einfluß der Sonne auf die Helligkeit der Kometen. Von M. Beyer. A 13.
Spiralnebel als Sternsysteme. Von P. ten Bruggencate. A 121.
Linienemission der interstellaren Materie im Radiofrequenzbereich. Von R. Lüst. Ber 372.

Reine und angewandte Physik.

Vor 40 Jahren. Zur Entdeckung der Röntgenstrahlinterferenzen. A 361.
Interferenzerscheinungen bei Röntgenstrahlen. Von W. Friedrich, P. Knipping und M. Laue. A 361.
Eine quantitative Prüfung der Theorie für die Interferenz-Erscheinungen bei Röntgenstrahlen. Von M. Laue. A 368.
Aus der Kindheit der drahtlosen Telegraphie. Von J. Zenneck. A 409.
Präzisionsmassenspektrographen. Von J. Mattauch. A 557.
Röntgenspektrum und Bindungszustand. Die K α-Fluoreszenzstrahlung des Schwefels. Von A. Faessler und M. Goehring. A 169.
Die Bedeutung von Kristallbaufehlern für die Physik fester Körper. Von R. W. Pohl. A 9.
Die Entwicklung des Augenspiegels. Von W. Schwagmeyer. A 269.
Sehmechanismus und Quantenstruktur des Lichtes. Von E. Baumgardt. A 388.
Kontrasteffekt dicker Objekte im Phasenmikroskop. Von A. Frey-Wyssling. A 145.
Beobachtungen am Bunsenbrenner. Von W. Jost. A 418.
Zur Physik der Kristallphosphore. Von F. Stöckmann. Ber 226, 246.
Die Diffusionstheorie des Säulenplasmas. Von R. Seeliger. Ber 78.
Über das Verhalten des Chlorbenzols in der Glimmentladung. Von H. Schüler und L. Reinebeck. A 445.
Die Neutronenkomponente der Ultrastrahlung. Von G. Pfotzer. Ber 149.
Physik und Schule. Von R. W. Pohl. A 535.

Geophysik einschließlich Meteorologie.

Beeinflussung der normalen Blutgerinnungszeit durch das Wetter. Von G. Caroli und J. Pichotka. A 193.

Reine und angewandte Chemie. Biochemie.

Beobachtungen am Bunsenbrenner. Von W. Jost. A 418.
Beispiele für die zunehmende Verknüpfung von Pharmakologie und Biochemie. Von J. H. Burn. A 243.
Energetik der Photosynthese. Von Otto Warburg. A 337.
Konstitution und Wirkung cancerogener aromatischer Substanzen. Von H. Druckrey, D. Schmähl und P. Danneberg. A 393.
Zur Frage der Biogenese der Morphiumalkaloide. Von C. Schöpf. A 241.
Über den Nachweis von Reduktionsorten in Bazillen und Bakterien und ihren Zusammenhang mit den sogenannten Nukleoiden. Von R. Preuner und J. v. Prittwitz und Gaffron. A 128.
Chemie und Schule. Von B. Helferich. A 537.

Mineralogie, Geologie, Geographie.

Die Rhizopodenanalyse als Hilfsmittel der Moorforschung. Von Th. Grospietsch. A 318, 456.

Allgemeine und spezielle Biologie und Physiologie.

Genabhängige synthetische Reaktionsketten und ihre Analyse. Von W. Weidel. A 55.
Psychische Beeinflussung körperlicher Vorgänge. Von U. Ebbecke. A 49.
Reflex und Verhaltensweise, Reflexempfindung und Gefühl. Von U. Ebbecke. A 218.
Die Variabilität des Lebendigen. Von K. Wachholder. A 177, 195.
Zur Kenntnis der Frosthärte alpiner Pflanzen. Von A. Pisek. A 73.
Das Wuchsstoff/Hemmstoffproblem der höheren Pflanze. Von R. Pohl. A 1.
Über die Enzymaktivität in gefrorenen Pflanzengeweben. Von F. Kiermeier. Ber 323.
Die Ultraschall-Orientierung der Fledermäuse. Von F. P. Möhres. A 273.
Wie entstehen die Schillerfarben der Federn? Von W. J. Schmidt. A 313, 576.
Probleme der landwirtschaftlichen Schädlingsbekämpfung in Peru. Von J. E. Wille. A 105.
Über die ökologische Bereinigung von Schädlingsplagen im Walde mit Hilfe der Roten Waldameise. Von K. Gösswald. A 97.
Probleme bei der Bekämpfung von Ölfruchtschädlingen. Von D. Godan. A 99.
Über zeitliches Auflösungsvermögen und Primärvorgänge im Insektenauge. Von H.-J. Autrum. A 290.
Neue Erkenntnisse über den Schalenbau von Diatomeen. Von J.-G. Helmcke und W. Krieger. A 146.
Die elektrische Ladung suspendierter Zellen. Von E. Fritze. A 25.
Biologische Analyse der Strahlenschädigung von Drosophila-Eiern durch 180 kV-Röntgenstrahlen und ultraharte 31 MeV-Strahlen. Von H. Fritz-Niggli. A 485.
Biologie und Schule. Von O. Koehler. A 539.

Medizin.

Psychische Beeinflussung körperlicher Vorgänge. Von U. Ebbecke. A 49.
Die Entwicklung des Augenspiegels. Von W. Schwagmeyer. A 269.
Sehmechanismus und Quantenstruktur des Lichtes. Von E. Baumgardt. A 388.
Beeinflussung der normalen Blutgerinnungszeit durch das Wetter. Von G. Caroli und J. Pichotka. A 193.
Morphologische Bemerkungen zur Funktion des Ganglienzellkernes. Von H. W. Altmann. A 348.
Naturwissenschaft und Arzt, Arzt und Schule. Von O. Bossert. A 541.

[1]) A = Aufsatz, Ber = Bericht.

II. Autorenregister[1]).

Altenhein, H. J., K. Molière und H. Niehrs, Bestimmung innerer Potentiale und Strukturfaktoren aus der Feinstruktur der Elektroneninterferenzen kleiner Kristalle. Z 447.
Altmann, H. W., und R. Meny, Der Funktionswechsel des Zellkerns im exokrinen Pankreasgewebe. Z 138.
—, —., Morphologische Bemerkungen zur Funktion des Ganglienzellkernes. A 348.
Amberger, A., und E. Latzko, Über die Wirkung des Cyanamids (H_2CN_2) in der Pflanze. Z 526.
Amelinckx, S., Relations entre la symétrie d'un cristal et celle des spirales de croissance qu'ils peuvent présenter. Z 425.
—, —., Spiral patterns on salolcrystals. Z 547.
—, —., W. Dekeyser und R. Gevers, Interferometric study of etchpits. Z 448.
Anderko, K., und K. Schubert, Kristallstrukturen von Pd_2Si, Pt_2Si, Pd_2Ge und Pt_2Ge. Z 351.
Ans, J. D', E. Endrulat, K. Lübke und H. Zimmer, Beiträge zur Kenntnis von Triphenylalkalimetallverbindungen des Zinns und des Bleis. Z 450.
Arnold, H., und K. Wachholder, Flimmerverschmelzungsfrequenz und Arbeitsbeanspruchung. Z 303.
Asunmaa, S. K., und R. Lepsius, Prinzipielle Betrachtungen im periodischen System der Elemente. Z 477, Z 490, Z 491, 556.
Atwood, K. C., und G. E. Stapleton, Lethal mutations and the bactericidal action of ionizing radiation. Z 330.
Autrum, H.-J., Über zeitliches Auflösungsvermögen und Primärvorgänge im Insektenauge. A 290.

Bachmann, F., und P. Holtz, Aktivierung der Dopadecarboxylase des Nebennierenmarks durch Nebennierenrindenextrakt. Z 116.
—, —., Ch. Carsten und P. Holtz, Einfluß von Vitamin B_6 (Pyridoxin) und Pyridoxalphosphat auf die Dopadecarboxylase tierischer Organe. Z 235.
Bachmann, H. G., Die Beziehung zwischen geschmolzenem Descloizit und synthetischem Bleiorthovanadat. Z 570.
Bähnisch, I., E. Huster und W. Walcher, Zu Halbwertszeit und Zerfallsschema des Rb^{87}. Z 379.
Bagchi, S. N., On strong electrolytes in solutions. Z 299.
Bagge, E., und J. Christiansen, Der Parallelplattenzähler als selbstlöschendes Teilchenmeßgerät. Z 298.
—, —., Berichtigung, 72.
Barer, R., Kontrasteffekt dicker Objekte im Phasenmikroskop. Z 427.
Baronetzky, E., und R. Schwarz, Germaniumsubchloride. Z 256.
Bartenstein, Chr., und W. Hieber, Kalium-tetracyanocobaltat (0), K_4 [Co $(CN)_4$]. Z 300.
Bauer, H., und W. Beermann, Chromosomale Soma-Keimbahn-Differenzierung bei Chironomiden. Z 22.
Bauer, L., Trennung der Karotinoide und Chlorophylle mit Hilfe der Papierchromatographie. Z 88.
—, —., Zur Mechanik der Stoffwanderung in den Siebröhren. Z 207.
Baumgardt, E., Sehmechanismus und Quantenstruktur des Lichtes. A 388.
Bayreuther, K., Extrachromosomale feulgenpositive Körper (Nukleinkörper) in der Oogenese der Tipuliden. Z 71.
Bechert, K., Zur nicht-linearen Elektrodynamik. Z 185.
Beck, F., Zur Planckschen Fassung des Gesetzes der Energieträgheit. Z 254.
Becker, E. W., K. Dimroth und L. Jaenicke, Serin als Partner bei der Biosynthese der Purine von Nukleinsäuren. Z 134.
Becker, U., Zur Bewegung von Protuberanzen. Z 139.
Beermann, W., siehe H. Bauer. Z 22.
Behr, A., und H. Siedentopf, Sonnenüberwachung. Ber 28.
—, —., und H. Siedentopf, Zur Ionosphärenstörung vom 23. bis 28. Februar 1952. Z 377.
Behrens, M., D. v. Denffer und A. Fischer, Papierelektrophoretische Trennung von Indolderivaten aus Pflanzenextrakten. Z 258.
—, —., D. v. Denffer und A. Fischer, Papierchromatographischer und papierelektrophoretischer Nachweis des β-Indolacetonitrils und des β-Indolaldehyds in Extrakten aus Kohlpflanzen. Z 550.

[1]) A = Aufsatz, Ber = Bericht, Z = Kurze Originalmitteilung.

Bergmann, G., H. Luther und A. Mühlfeld, Selbstregistrierung von Raman-Spektren. Z 255.
Berthold, R., G. Frohnmeyer, R. Glocker und A. Trost, Ein in bezug auf die Röntgeneinheit wellenlängenunabhängiges Zählrohr. Z 233.
Betke, K., Zur Frage der Hämoglobinfraktionen des Erwachsenenblutes. Z 308.
—, —., Vergleichende Messung der Oxydationsgeschwindigkeit von fetalem und Erwachsenen-Hämoglobin zu Hämiglobin durch Kaliumferricyanid. Z 481.
Beyer, M., Der Einfluß der Sonne auf die Helligkeit der Kometen. A 13.
Bielig, H.-J., H. Haardick und G. A. Kausche, Über den Zusammenhang von TTC-Reduktionsorten und sogenannten Nukleoiden bei Bakterien. Z 354.
Bier, K.-H., Zur scheinbaren Thelytokie der Ameisengattung Lasius. Z 433.
Birukow, G., und M. Knoll, Tages- und Dämmerungssehen von Froschlarven nach Aufzucht in verschiedenen Lichtbedingungen. Z 494.
Blasius, E., und M. Negwer, Zur Chromatographie von Elektrolyten III. Trennung von Schwermetallen mit Hilfe ihrer Chlorokomplexe bei erhöhten Temperaturen. Z 257.
Blumenthal, G., und K.-E. Gillert, Über die Entwicklung der Blutgruppe A und ihrer Untergruppen. Z 309.
Blunck, O., und K. Doffin, Zum Polarisationsgrad der Bremsstrahlung dünner Antikathoden. Z 38.
Bode, F., H. Brückner, K. Hoeres und H. J. Hübener, Eine einfache quantitative Bestimmung von Aminosäuren im Papierchromatogramm. Z 524.
Bönicke, R., und H. Wolter, Untersuchungen über die antispastische und tuberkulostatische Wirkung des Antihistaminikums „Avil" und ihre Aufhebbarkeit durch p-Aminobenzoesäure. Z 383.
—, —., Über den Antagonismus zwischen dem Isonikotinsäurehydrazid (INH) und bestimmten aromatischen Substanzen. Z 402.
Boguth, W., Über den Plasmalogengehalt im Sperma. Z 432.
Bohlmann, F., und F. Kröhnke, Konstitution, Lichtabsorption und reaktives Verhalten der farbigen Pyridiniumbetaine. Z 43.
Bolcato, V., M. E. Scevola und G. Valcurone, Acetylation of Phenylhydrazine in Acetate respiration by Yeast. Z 211.
—, —., und M. E. Scevola, On the starting reactions in the respiration of the acetate by A. niger and E. coli. Z 353.
Bollenrath, F., und V. Hauk, Röntgenographische und mechanische Verformungsmessungen an Gußeisen. Z 39.
Bossert, O., Naturwissenschaft und Arzt, Arzt und Schule. A 541.
Bovet, P., J. R. Rüttner, R. Weber und W. Willy, Neue Ergebnisse tierexperimenteller Silikoseforschung. Z 332.
Brandauer, G., und K. Schubert, Zum Aufbau des Systems Cu-Ge. Z 208.
Brandmüller, J., und H. Moser, Selbstregistrierung von Raman-Spektren. Z 325.
Brandt, H. v., und G. Höhne, Über die mutagene Wirksamkeit einiger kanzerogener, zytostatischer und antibiotischer Agenzien. Z 283.
Braun, Ch., und M. Krüpe, Über ein pflanzliches Hämagglutinin gegen menschliche B-Blutzellen. Z 284.
Braun, O., und H. Schäfer, Neue Komplexverbindungen des Bors. Z 280.
Braun, R., Zum Hypophysenproblem „beim Frosch", Z 70.
—, —., Zur Direktwirkung von Hypophysenhormonen. Z 237.
Brauner, L., Über p_H-Veränderungen bei der Photolyse des Heteroauxins. Z 282.
Brehm, E., und G. Hempel, Untersuchung tagesperiodischer Aktivitätsschwankungen bei Käfern. Z 265.
Breitling, G., und R. Glocker, Über die Wellenlängenabhängigkeit von Szintillationszählern im Röntgengebiet. Z 84.
—, —., und R. Glocker, Messung der β- und γ-Strahlendosis von radioaktiven Stoffen in Röntgeneinheiten. Z 400.
Bremer, H., G. Rienäcker und S. Unger, Katalytische Aktivität und Oberfläche von Silberpulver. Z 259.
Brockmann, H., und N. Pfennig, Auftrennung von Actinomycin C durch Gegenstromverteilung. Z 429.
Bruckner, V., J. Kovács und K. Kovács, Synthese der α-L-Polyglutaminsäure. Z 380.
Brückner, H., siehe F. Bode. Z 524.

Brüggemann, J., und K. Drepper, Eine einfache Methode zur quantitativen Bestimmung von Aminosäuren auf Papierchromatogrammen. Z 301.
Bruggencate, P. ten, Spiralnebel als Sternsysteme. A 121.
Bücher, Th., D. Matzelt und D. Pette, Papierelektropherogramm der Eiweißkörper des Liquor cerebrospinalis. Z 114.
Bückmann, D., Die Umfärbung von Schmetterlingsraupen vor der Verpuppung (Untersuchungen an Cerura vinula). Z 213.
Bürke, R., und K. Scharrer, Beeinflussung des Carotingehaltes der Pflanzen durch Mineraldüngung. Vorl. Mitt. Z 238.
Burn, J. H., Beispiele für die zunehmende Verknüpfung von Pharmakologie und Biochemie. A 243.
Butenandt, A., Ansprache auf der Schultagung in Essen. A 529.
—, —., Schluß der Schultagung. A 543.
Buttlar, H. v., Neubestimmung der Halbwertszeit des ThB. (^{212}Pb). Z 575.

Cafiero, M., und D. Zambruno, Über den Einfluß des Colchicins auf die Vermehrung des Staphylococcus aureus. Z 305.
Carl, E., und P. Marquardt, Zur Darstellung von Nor-Adrenochrom. Z 210.
Caroli, G., und J. Pichotka, Beeinflussung der normalen Blutgerinnungszeit durch das Wetter. A 193.
Carsten, Ch., siehe F. Bachmann. Z 235.
Chari, S. S., S. Parthasarathy und D. Srinivasan, Ultrasonic absorption in various organic liquids at 15 mc/s. Z 483.
—, —. —., S. Parthasarathy und D. Srinivasan, Determination of ultrasonic absorption in liquids at 5 mc/s from thermal considerations. Z 544.
Christiansen, J., siehe E. Bagge. Z 298.
Christophersen, J., und W. Kaufmann, Chemische Reaktivierung hitzeinaktivierter Hefen und Temperaturadaptation. Z 67.
Clusius, K., und H. R. Weisser, Chemischer Beweis für die Konstitution des Phenylazids. Z 42.
Cramer, F., und W. Herbst, Die Lichtabsorption von Jodkettenmolekeln. Z 256.
Cramer, H., W. Stich und A. Treibs, Selektive Speicherung fluoreszierender und radioaktiver Farbstoffe im Tumorgewebe als Grundlage einer neuartigen Krebsdiagnostik. Z 137.

Dahl, K. v., und L. Jaenicke, Die Trennung der Riboside als komplexe Borsäuren an Austauschern. Z 87.
Danneberg, P., H. Druckrey und D. Schmähl, Mitosegiftwirkung von Oestrogenen. Z 381.
—, —., H. Druckrey und D. Schmähl, Konstitution und Wirkung cancerogener aromatischer Substanzen. A 393.
Danneel, R., und E. Güttes, Über die Plasmastrukturen der Ascitestumorzellen. Z 331.
Deimel, M., und W. Maurer, Papierelektrophoretische Trennung von Ribo- und Desoxyribonukleinsäure. Z. 489.
Dekeyser, W., siehe S. Amelinckx. Z 448.
Denffer, D. v., siehe M. Behrens. Z 258, 550.
—, —., und A. Fischer, Papierchromatographischer Nachweis des β-Indolaldehyds in photolytisch zersetzter IES-Lösung. Z 549.
Deufel, J., Die Züchtung von Mutterkorn (Claviceps purpurea) auf tetraploidem Roggen. Z 432.
—, —., Der Alkaloidgehalt von auf tetraploidem Roggen gewachsenen Mutterkornsklerotien. Z 432.
Diemair, W., D. Heusser und H. Janecke, Untersuchungen über die Farbstoffe aus Bixa orellana L. Z 211.
Dieminger, W., und A. E. Hoffmann-Heyden, Reflexionen von Kurzwellen aus Höhen unter 100 km. Z 84.
Dimroth, K., siehe E. W. Becker. Z 134.
Dörr, F., und F. Engelmann, Magnetische Messungen an phototropen Stoffen. Z 397.
Doffin, K., siehe O. Blunck. Z 38.
Domagk, G., H. A. Offe und W. Siefken, Neoteben, ein neues hochwirksames Tuberculostaticum und die Beziehungen zwischen Konstitution und tuberculostatischer Wirksamkeit von Hydrazinderivaten. Z 118, 168.
Drepper, K., siehe J. Brüggemann. Z 301.
Druckrey, H., siehe P. Danneberg. Z 381, A 393.
Düvel, D., und W. Mevius jr., Zur Fluoreszenz der Granen im Chloroplasten. Z 23.
Dutta, M., On strong electrolytes in solutions. Z 108.
—, —., On Bagchi's calculation of activity coefficients by the method of Gronwall and his collaborators. Z 569.

Ebbecke, U., Psychische Beeinflussung körperlicher Vorgänge. A 49.
—, —., Reflex und Verhaltensweise, Reflexempfindung und Gefühl. A 218.
Eberhartinger, Chr., und P. Hübl, Der Einfluß von n-Octylamin auf die Blutgerinnung. Z 526.
Eckardt, A., und B. Elschner, Elektronenmikroskopische Untersuchungen ferromagnetischer Elementarbezirke. Z 567.
Eggert, J., und W. Grossmann, Das Auflösungsvermögen von Dreischichten-Farbfilmen. Z. 132.
Ehlers, H., und H. Raether, Zur Struktur dünner Zinkoxydschichten auf Zink-Einkristallflächen. Z 487.
Ehrenberg, R., und E. Köppen, Der Altersgang der Blutgerinnung. Z 215.
Eibl, H., und M. Eisler, Die Wirkung von o-Chinon auf Diphtherie-Toxin. III. Mitteilung. Z 382.
Eigen, M., und E. Wicke, Bemerkung zu der voranstehenden Mitteilung: „On strong electrolytes in solutions". Z 108.
—, —., und E. Wicke, Zum Konzentrationsverlauf der Aktivitätskoeffizienten starker Elektrolyte. Z 545.
Eisler, M., siehe H. Eibl. Z 382.
Elschner, B., siehe A. Eckardt. Z 567.
Endrulat, E., siehe J. D'Ans. Z 450.
Engelhard, H., und T. Houtermans, Einfluß der Wachstumsbedingungen auf die „Tötung" von bact. coli durch UV-Licht und Kritik des Eintreffermodells. Z 161.
Engelhardt, A., P. Holtz und G. Thielecke, Aktivierung und Hemmung der Histidincarboxylase durch Vitamin B_6 (Pyridoxin). Z 266.
Engelhardt, W. v., H. Füchtbauer und H. Goldschmidt, Zur quantitativen Phasenanalyse feinkörniger Gemische mit Röntgenstrahlen. Z 82.
Engelmann, F., siehe F. Dörr. Z 397.
Erichsen, L. v., Die Löslichkeit homologer Reihen organischer Verbindungen. Z 41.
—, —., Die Löslichkeit homologer Reihen organischer Verbindungen. 2. Mitteilung: Das Löslichkeitsdekrement der Methylengruppe und die Funktionslöslichkeit in homologen Reihen. Z 189.
Erlemann, G. A., und F. Schneider, Nachweis von D-Psicose als Umlagerungsprodukt von Glucose, Fructose und Mannose. Z 160.
Erspamer, V., und G. Falconieri, Papierchromatographische Untersuchungen über die Hydroxyphenylalkylamine der Gerstenkeimlinge. Z 431.
Euler, J., Über das Wärmeleitvermögen künstlich hergestellter Graphitstifte bei Temperaturen zwischen 3300 und 3700° K. Z 568.
Exner, H. J., und L. Holleck, Redoxpotentiale aromatischer Nitroso-Hydroxylamin-Verbindungen. Z 159.

Faessler, A., und M. Goehring, Röntgenspektrum und Bindungszustand. Die Kα-Fluoreszenzstrahlung des Schwefels. A 169.
Fahn, R., U. Hofmann und A. Weiss, Nachweis der Gerüststruktur in thixotropen Gelen. Z 351.
Falconieri, G., siehe V. Erspamer. Z 431.
Faltings, V., Die Messung natürlicher ^{14}C-Aktivitäten im Proportionalzähler. Z 378.
Fellig, J., und N. Zöllner, Hemmung der Ribonuclease durch Heparin. Z 523.
Fenyes, I., Stochastischer Abhängigkeitscharakter der Heisenbergschen Ungenauigkeitsrelation. Z 568.
Fetzer, S., Beeinflussung der Plasmalogenverteilung in der Nebennierenrinde des hypophysektomierten Meerschweinchens. Z 114.
Fiedler, E., und E. Graf, Eine direkte Titrationsmethode für Alkaloidsalze, Aminophenazon und Antihistamine einschließlich quartärer Basen. Z. 556.
Finkeldey, W., und H. Mauer, Die Hemmung des Zerfalls tuberkulöser Herde mittels Phloridzin (2. vorläufige Mitteilung). Z 503.
—, —., und H. Mauer, Zur Hemmung der Resistenz von Tuberkelbakterien gegenüber Chemotherapeutika und Antibiotika durch stoffwechselaktive Substanzen. (3. Mitteilung). Z 504.
Fischer, A., siehe M. Behrens. Z 258, Z 550.
—, —., siehe D. v. Denffer. Z 549.
Fischer, R., und H. Resch, Ein Mikroverfahren zur Wertbestimmung des genuinen ätherischen Öls in einzelnen pflanzlichen Ölbehältern. Z 404, Z 504.
Flörke, O. W., Die Hochtemperaturmodifikationen von Kalzium-, Strontium- und Bariumsulfat. Z 478.

Folberth, O. G., und A. Kochendörfer, Zur Theorie des Kriechens von Einkristallen. Z 187.
Franke, W., und I. Schulz, Zur Kenntnis der pflanzlichen Glycolico-Dehydrase. Z 453.
Franz, W., Verhalten der Elektronen kristallischer Isolatoren in hohen elektrischen Feldern. Z 18, 120.
Franzisket, L., Weitere bedingte Reaktionen bei Rückenmarksfröschen. Z 283.
Fraunberger, F., Die Spektren der Tonleitern in geometrischer Darstellung. Z 83.
Frey-Wyssling, A., Kontrasteffekt dicker Objekte im Phasenmikroskop. A 145.
Fried, R., und K. Semm, Einfache Apparatur zur Fluoreszenzmessung auf Filterpapierstreifen. Z 326.
Friedrich, W., P. Knipping und M. Laue, Interferenz-Erscheinungen bei Röntgenstrahlen. A 361.
Fritze, E., Die elektrische Ladung suspendierter Zellen. A 25.
Fritze, K., und F. Strassmann, Zur geologischen Altersbestimmung nach der Kalium-Argon-Methode. Z 522.
Fritz-Niggli, H., Biologische Analyse der Strahlenschädigung von Drosophila-Eiern durch 180 kV-Röntgenstrahlen und ultraharte 31 MeV-Strahlen. A 485.
Friz, H., und E. Wicke, Die Dissoziationsenergie des Fluors nach der Explosionsmethode. Z 522.
Fröbrich, G., Ein neuer Nahrungsfaktor, der die Metamorphose von Tribolium Duv. ermöglicht. Z 575.
Frohnmeyer, G., siehe R. Berthold. Z 233.
Frucht, Ad.-H., Die Geschwindigkeit des Ultraschalles in menschlichen und tierischen Geweben. Z 491.
Fuchs, J., Eine Gleichung für den Zahlenwert der Sommerfeldschen Feinstrukturkonstanten. Z 505.
Füchtbauer, H., siehe W. v. Engelhardt. Z 82.

Gaede, K., und R. Grüttner, Photometrische Bestimmung der Umwandlung von Kreatin in Kreatinin. Z 63.
Gädeke, R., Glomeruläre und tubuläre Nephrose der Säuglingsmaus nach experimenteller Infektion mit Viren der Coxsackie-A-Gruppe. Z 71.
Gantz, H., W. Kaufmann, H. Lagoni und A. Lembke, Zur chemischen Reaktivierung von Bakterien. Z 112.
—, —., und A. Lembke, Kavitationswirkungen an Bakterien. Z 554.
Ganzhorn, K., Homöopolare und metallische Bindung beim Diamanten. Z 62.
Gebelein, H., und G. Ruhenstroth-Bauer, Über den statistischen Vergleich einer Normalkurve und einer Prüfkurve. A 457.
Gedigk, W., Ansprache. A 530.
Geiseler, G., Empirische Funktion zur Berechnung der Normalentropie von Gasen und dampfförmigen Verbindungen. Z 569.
Geist, D., und K. Seiler, Die Temperaturabhängigkeit des Sperrstroms von p-n-Übergängen in Germanium. Z 401.
Gettmann, H., und E. Landt, Die Benetzungswärme als charakteristische Bestimmungsgröße von Pulvern. Z 279.
Gevers, R., siehe S. Amelinckx. Z 448.
Giersberg, H., und W. Hanke, Ein Test zur Unterscheidung der biologischen Wirkung einer Kombinationsbestrahlung (Osram-Ultravitalux-Lampe) mit der eines Quarzquecksilberhochdruckbrenners. Z 555.
—, —., und W. Usinger, Die Bedeutung des Pigmenthormons beim Säugetier. Z 405, 484.
Gillert, K.-E., siehe G. Blumenthal. Z 309.
Giri, K. V., und A. Nagabhushanam, Sodium 1:2-naphthoquinone-4-sulfonate as a reagent for identification of amino acids and peptides and for quantitative estimation of proline and hydroxyproline separated on paper chromatograms. Z 548.
Glocker, R., siehe G. Breitling. Z 84, Z 400.
—, —., siehe R. Berthold. Z 233.
Godan, D., Probleme bei der Bekämpfung von Ölfruchtschädlingen. A 99.
Goehring, M., siehe A. Faessler. A 169.
Gösswald, K., Über die ökologische Bereinigung von Schädlingsplagen im Walde mit Hilfe der Roten Waldameise. A 97.
Goeters, W., Penicillin- und Streptomycinresistenz bei Meningokokken. Z 430.
Goldschmidt, H., siehe W. v. Engelhardt. Z 82.
Graf, E., siehe E. Fiedler. Z 556.
Granzer, E., Über die Wirkung von Hormonextrakten des Hypophysenhinterlappens auf die Serumproteinzusammensetzung sowie ihre Beziehungen zum Renin. Z 405.
Grassmann, W., U. Hofmann und Th. Nemetschek, Die Querstreifung von Kollagenfibrillen. Z 215.
Greenfield, M. A., und A. Norman, Lethal mutations and the bactericidal action of ionizing radiation. Z 22.
Gripp, K., und R. Schütrumpf, Über den morphologischen Nachweis einer nacheiszeitlichen Klimaschwankung. Z 110.
Grospietsch, Th., Die Rhizopodenanalyse als Hilfsmittel der Moorforschung. A 318, 456.
Grossmann, W., siehe J. Eggert. Z 132.
Grüttner, R., siehe K. Gaede. Z 63.
Güttes, E., siehe R. Danneel. Z 331.

Haardick, H., siehe H.-J. Bielig. Z 354.
Haas, A., Die Mandibeldrüse als Duftorgan bei einigen Hymenopteren. Z 484.
Habermann, E., und W. Neumann (unter Mitarbeit von G. Amend), Zur papierelektrophoretischen Fraktionierung tierischer Gifte. Z 286.
Habernickel, V., und O. Schmitz-Dumont, Salzartige Additionsverbindungen des Aluminiumäthylats. Z 20.
Hänsel, R., L. Hörhammer und S. B. Rao, Zur Bestimmung der Alkaloide aus Rauwolfia serpentina (Benth). Z 553.
Hässig, A., und Ch. Wunderly, Die serologische Prüfung von Albumin in Albuminpräparat, Blutserum und Uroprotein. Z 260.
Hahn, F. E., Über Kernäquivalente und Reduktionsorte in Bakterien. Z 527.
Halberkann, J., Untersuchungen zum Häutungszyklus der Ringelnatter unter p-Oxypropiophenon. Z 573.
Hanke, W., siehe H. Giersberg. Z 555.
Hanson, H., und M. Wenzel, Zum papierchromatographischen Nachweis von Serumpeptidasen. Z 403.
Hanssen, E.-G., K. Hess, und H. Kiessig, Die Samenproteine der Gramineen und ihre Wandlungen beim Teigen und Backen. Z 135.
Harm, W., und W. Stein, Wärmeaktivierung „spontan"-inaktiver und UV-inaktivierter Colibakterien. Z 113.
—, —., und W. Stein, Vergleich der UV-Inaktivierung und Wärmeaktivierung von verschiedenen UV-empfindlichen Coli-Kulturen. Z 212.
—, —., und W. Stein, Wärmeaktivierung von Coli-Bakterien nach Inaktivierung durch UV-bestrahlten Bouillon-Agar. Z 383.
Harnisch, O., Zum Gaswechsel der Larve von Prodiamesa olivacea Meig. Z 263.
Harteck, P., und G. Hertz, Über eine Diffusionsnebelkammer mit vertikal aufwärts gerichtetem Diffusionsstrom. Z 206.
Hartmann, F., und H. J. Müller, Präparative Papierelektrophorese. Z 282.
Hartwig, G., Die stratigraphische Stellung des „Weißen Sylvinits" vom Kaliwerk „Niedersachsen" als zweites Oberes Jüngeres Kalilager (Unteres Begleitlager zum Riedellager). Z 402.
Hauk, V., siehe F. Bollenrath. Z 39.
Heinrich, G., Über die Temperaturabhängigkeit der Säulenchromatographie von Elektrolytlösungen. Z 257.
Heinze, K., Polyvinylalkohol-Lactophenol-Gemisch als Einbettungsmittel für Blattläuse. Z 285.
Heisenberg, W., Bemerkungen zur Theorie der Vielfacherzeugung von Mesonen. Z 69.
Heitzer, X., Zum elektrischen Leitungsmechanismus im festen Kalziumkarbid. Z 19.
Helferich, B., Chemie und Schule. A 537.
Helmcke, J.-G., und W. Krieger, Neue Erkenntnisse über den Schalenbau von Diatomeen. A 146.
—, —., und B. Jahn, Elektronenmikroskopische Untersuchungen über das Dentin im menschlichen Zahn. Z 492.
Hempel, G., siehe E. Brehm. Z 265.
Herbst, W., siehe F. Cramer. Z 256.
Herdan, G., Heisenberg's uncertainty relation as a case of stochastic dependence. Z 350.
Hermann, C., und H.-U. Lenné, Die Struktur der hexagonalen Thioharnstoff-Einschlußverbindungen. Z 234.
Hertz, G., siehe P. Harteck. Z 206.
Hess, K., siehe E.-G. Hanssen. Z 135.
Heumann, Th., A. Kottmann und W. Seith, Über die Einführung partieller Diffusionskoeffizienten zur Deutung der Diffusion in Metallen. Z 41.

Heumann, W., Über Wesen und Bedeutung der Bakteroide in den Wurzelknöllchen der Erbse. Z 66.
—, —., Über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Hämoglobin-, Stärke-, Bakteroidvorkommen und Stickstoffbindung in den Wurzelknöllchen der Erbse. Z 66.
—, —., Die asymbiontische Stickstoffbindung durch Rhizobium leguminosarum (Pisum) auf Blutnährböden. Z 239.
Heumann, W., Die asymbiontische Stickstoffbindung durch Rhizobium leguminosarum mit Hilfe anorganischer Katalysatoren. Z 287.
Heumann, W., und F. Windisch, Makrometrie des Zellstoffwechsels sowie Ermittlung der oxybiotischen Schwellenwerte (Minimum, Optimum) nach dem gleichen methodischen Prinzip. Z 329.
Heusser, D., siehe W. Diemair. Z 211.
Heyns, K., und W. Walter, Beitrag zur Papierchromatographie von Glycylpeptiden. Z 64.
—, —., W. Koch und W. Königsdorf, Über das papierchromatographische Verhalten einer salzsauren Lösung von Glutaminsäure. Z 381.
—, —., und W. Walter, Die Bildung von α-Aminobuttersäure aus Threonin bei der Hydrolyse mit Salzsäure. Z 507, 576.
Hieber, W., siehe Chr. Bartenstein. Z 300.
Hiller, J.-E., und H.-G. Smolczyk, Antimongehalt und photoelektrischer Effekt verschiedener Bleiglanze. Z 208.
Himpan, J., Sur une nouvelle équation d'état thermique des gaz et fluides. Z 426.
Hinzpeter, A., Schnell arbeitendes Osmometer für medizinische und biologische Zwecke. Z 481.
Hirsch, H. H., Besteht eine Hemmung der Pasteur-Reaktion durch elementaren Schwefel? Z 556.
Hirsch, J., Zur experimentellen Chemotherapie der Isonicotinsäurehydrazid (INH)-resistenten Tuberkulose. Z 525.
Hirschberg, R., und E. Lange, Bestimmung der Elektronenaustrittsspannungen von Cd, Cu, Sn, Zn auf Grund ihrer Voltaspannungen gegen Ag. Z 131.
—, —., und E. Lange, Voltaspannungen von Zinkoxyd-Anlaufschichten verschiedener Herstellungstemperaturen. Z 187.
Höhne, G., siehe H. v. Brandt. Z 283.
Hoeres, K., siehe F. Bode. Z 524.
Hörhammer, L., siehe R. Hänsel. Z 553.
Hoffmann-Heyden, A. E., siehe W. Dieminger. Z 84.
Hoffmann-Ostenhof, O., und W. Weigert, Über die mögliche Funktion des polymeren Metaphosphats als Speicher energiereichen Phosphats in der Hefe. Z 303.
Hofmann, U., siehe W. Grassmann. Z 215.
—, —., siehe R. Fahn. Z 351.
Holleck, L., siehe H. J. Exner. Z 159.
Hollmann, H. E., Die Orientierungsmusik der Fledermäuse. Z 384.
Holtz, P., siehe F. Bachmann. Z 116, Z 235.
—, —., siehe A. Engelhardt. Z 266.
Horváth, S., und G. Ivánovics, Die Struktur der Oberfläche des Bakt. megatherium. Z 455.
Houdremont, E., und O. Rüdiger, Nachweis metallkundlicher Umwandlungsvorgänge mit dem Spitzenzähler. Z 399.
Houtermans, T., siehe H. Engelhard. Z 161.
Hübener, H. J., und G. Meyerheim, Der Nachweis relativ großer Mengen 17-Hydroxycorticosteron (Comp. F) im Schwangerenharn. Z 482.
—, —., siehe F. Bode. Z 524.
Hübl, P., siehe Chr. Eberhartinger. Z 526.
Hübscher, G., und M. Kiese, Cytochrom b. Z 524.
Hüter, Th. F., Messung der Ultraschallabsorption im menschlichen Schädelknochen und ihre Abhängigkeit von der Frequenz. Z 21.
Hund, F., und E. Trägner, Die Darstellung pulverförmiger Gold-Silber-Legierungen bei Zimmertemperatur. Z 63.
—, —., und H. Mosthaf, Darstellung pulverförmiger Gold-Quecksilber-Legierungen bei Zimmertemperatur. Z 209.
Huster, E., siehe I. Bähnisch. Z 379.

Inhoffen, H. H., Berichtigung. 144.
Ivánovics, G., siehe S. Horváth. Z 455.

Jaenicke, L., Die Papierelektrophorese von Zuckern und Zuckerderivaten. Z 86.
—, —., und I. Vollbrechtshausen, Die papierelektrophoretische Trennung von Ribosiden als Boratkomplexe. Z 86.
—, —., siehe K. v. Dahl. Z 87.
—, —., siehe E. W. Becker. Z 134.
Jahn, B., siehe J.-G. Helmcke. Z 492.
Janecke, H., siehe W. Diemair. Z 211.
Jean, G. N., und F. F. Nord, Syntheses of Bi-aromatics in the heterocyclic series. Z 480.
Jerchel, D., und R. Müller, Berichtigung. 72.
Jost, W., Beobachtungen am Bunsenbrenner. A 418.
Jung, F., E. Reinicke und M. Wendler, Über das antiphlogistische Prinzip der Kamille. Z 23.

Kanngießer, W., Elektronenmikroskopische Beobachtungen am Saft gesunder Tabakpflanzen. Z 68.
Kaufmann, W., siehe J. Christophersen. Z 67.
—, —., siehe H. Gantz. Z 112.
—, —., A. Lembke und H. Schmidt, Zur Struktur der Molkenproteine. Z 431.
Kausche, G. A., siehe H. J. Bielig. Z 354.
Keller, H., Die Bestimmung kleinster Mengen DDT auf enzymanalytischem Wege. Z 109.
Kienitz, E., Anbauwürdigkeit der großen Klette (Arctium Lappa L.). Z 213.
Kiermeier, F., Über die Enzymaktivität in gefrorenen Pflanzengeweben. Ber 323.
Kiese, M., Über das Porphyrin des sauerstoffübertragenden Fermentes. Z 403.
—, —., siehe G. Hübscher. Z 524.
Kiessig, H., siehe Eg. Hanssen Z 135.
Kircher, H., und W. Noll, Zur Morphologie der Chrysotilasbestfaser. Z 158.
—, —., und W. Noll, Veränderungen von Chrysotilasbest im Elektronenmikroskop. Z 188.
—, —., und W. Noll, Synthese des Garnierites. Z 233.
Kleber, W., und H. O. Koch, Ätzversuche an Einkristallen im elektrischen Feld. Z 19.
Kleesattel, Cl., Zur Ultraschall-Orientierung der Fledermäuse. Z 574.
Kleinknecht, H., Silizium-Einkristallstäbe. Z 400.
Klosa, J., Über keimhemmende Extrakte aus Pflanzen. Z 405.
Klüber, H. v., Beobachtungen der Sonnenfinsternis vom 25. Februar 1952 im Sudan. Ber 199.
Kluge, W., Über die gegenseitige Abgrenzung der unselbständigen und der selbständigen Stromleitung in Gasen. Z 186.
Knapp, R., Beschleunigung der Blütenbildung bei Tagetes erecta durch Aufwachsen neben Tagetes patula. Z 454.
Knipping, P., siehe W. Friedrich. A 361.
Knoll, M., siehe G. Birukow. Z 494.
Koch, H. O., siehe W. Kleber. Z 19.
Koch, W., siehe K. Heyns. Z 381.
Kochendörfer, A., siehe O. G. Folberth. Z 187.
Koehler, O., Biologie und Schule. A 539.
Köhler, U., Ein 24-Std-Rhythmus des Herz- und Milzglykogens der weißen Ratte. Z 433.
Köhler, V., Die Wirkung des Adrenocorticotropins auf die Lipophoren der Pfrille (Phoxinus laevis). Z 554.
Kölbel, H., Die Lichtfilter im Fluoreszenzmikroskop zur Darstellung des Mycobacterium tuberculosis. Z 528.
Königsdorf, W., siehe K. Heyns. Z 381.
Köppen, E., siehe R. Ehrenberg. Z 215.
Kopfermann, H., Rudolf Ladenburg †. A 289.
Kordes, E., Ionenradien und -polarisierbarkeiten in Steinsalzgittern mit Ionen gleicher Edelgasschale. Z 488.
Kottmann, A., und W. Seith, Zur Frage der Volumenänderung von Diffusionskörpern bei der Diffusion in metallischen Mischkristallen. Z 40.
—, —., siehe Th. Heumann. Z 41.
Kovács, J., siehe V. Bruckner. Z 380.
Kovács, K., siehe V. Bruckner. Z 380.
Kramer, W., und H. Lettré, Eine gegen Colchicin resistente Abart des Mäuse-Ascitestumors. Z 117.
Krause, G., Schnittoperation im Insekten-Ei zum Nachweis komplementärer Induktion bei Zwillingsbildung. Z 356.
Krieg, M., und E. Lange, Elektrolumineszenz beim anodischen Polieren von Zink. Z 208.
Krieger, W., siehe J.-G. Helmcke. A 146.
Kroebel, W., Zum 70. Geburtstag von James Franck. A 385.
Kröhnke, F., siehe F. Bohlmann. Z 43.
Krüger-Thiemer, E., und A. Lembke, Die Wirkung des Isonikotinsäurehydrazids auf die Zellmorphologie von Mykobakterien. Z 307.
Krüpe, M., siehe Ch. Braun. Z 284.
Krumbiegel, J., Lichtelektrische Messungen an ZnS-Einkristallen. Z 447.

Kubát, J., Zur Frage der Relaxation mechanischer Spannungen. Z 107.
Küsel, H., und H. Netter, Beweise für die Conway-Theorie der Muskelpermeabilität. Z 239.
Kugler, I., Keimfähigkeit und Abgabe fluoreszierender Stoffe bei Samen. Z 213.
Kupka, E., M. Sedlnitzky und K. L. Zirm, Über die entgiftende Wirkung von höhermolekularen ungesättigten Fettsäuren auf Tetanustoxin. Z 235.
—, —., und E. Neuhold, Über die Wirkung von Vitamin B_{12} auf die experimentelle Diphtherietoxikose des Goldhamsters. Z 484.
Kutzim, H., Das Verhalten der Bluteiweißkörper zu den Sulfanilamiden bei der Papierelektrophorese. Z 135.

Lagoni, H., siehe H. Gantz. Z 112.
Lakatos, B., und Z. G. Szabó, On the melting points of transition metals. Z 486, 576.
Landt, E., siehe H. Gettmann. Z 279.
Lange, E., siehe R. Hirschberg. Z 131, Z 187.
—, —., siehe M. Krieg. Z 208.
Lange-Hesse, G., Analyse beobachteter Absorptionsschwankungen elektromagnetischer Wellen in der Ionosphäre. Z 297.
Langenbeck, W., und H. Schubert, Sterische Hinderung bei der Bildung von Imidazol-parahämatinen. Z 211.
Larché, K., und H. Schirmer, Über die Bestimmung der Plasmatemperatur im Xenon-Hochdruckbogen. Z 376.
Latzko, E., Einfluß von Cl^- und SO_4^{--} auf den Enzymgehalt einiger Kulturpflanzen. Z 65.
—, —., siehe A. Amberger. Z 526.
Laue, M., siehe W. Friedrich. A 361.
—, —., Eine quantitative Prüfung der Theorie für die Interferenz-Erscheinungen bei Röntgenstrahlen. A 368.
Laves, F., Über den Einfluß von Ordnung und Unordnung auf mechanische Zwillingsbildung. Z 546.
—, —., Mechanische Zwillingsbildung in Feldspäten in Abhängigkeit von Ordnung-Unordnung der Si/Al-Verteilung innerhalb des $(Si, Al)_4O_8$-Gerüstes. Z 546.
Lembke, A., siehe E. Krüger-Thiemer. Z 307.
—, —., siehe W. Kaufmann. Z 431.
—, —., siehe H. Gantz. Z 112, Z 544.
Lenné, H.-U., siehe C. Hermann. Z 234.
Lenz, F., Zur Einfachstreuung schneller Elektronen in kleine Winkel. Z 265.
Lepsius, R., siehe S. K. Asunmaa. Z 477, Z 490, Z 491, 556.
Lettré, H., Zur Wirkung von cancerogenen Kohlenwasserstoffen auf in vitro gezüchtete Zellen. Z 90.
—, —., siehe W. Kramer. Z 117.
—, —., Weitere Beobachtungen über die Abhängigkeit der Zellform und -bewegung von der Adenosintriphosphorsäure. Z 266.
—, —., Zur Rolle der Mitochondrien in Tumorzellen. Z 267.
—, —., Zur Wirkung von Atmungskatalysatoren auf die Zellteilung. Z 483.
Limburg, H., und G. Uhlmann, Zur Stoffwechselpathologie des Portio-Scheidenkarzinoms. Z 214.
Lindberg, A., H. Neuert und H. Weidner, Über eine Resonanzerscheinung in elektrodenlosen Hochfrequenzgasentladungen mit überlagertem Magnetfeld. Z 374.
Linskens, H. F., Änderung der Oberflächenbenetzbarkeit während der Blattentwicklung. Z 65.
Lipp, M., und H. Weigel, Über im Pile bestrahltes Cystin. Z 189.
Lübke, K., siehe J. D'Ans. Z 450.
Lüst, R., Linienemission der interstellaren Materie im Radiofrequenzbereich. Ber 372.
Lukoschus, F., Über die Prothoraxdrüse der Honigbiene (Apis mellifica L.). Z 116.
Lukowsky, G., und H. Netter, Zur Theorie der K-Schwelle und zur Ionenaktivität im Zellinnern. Z 240.
Luther, H., siehe G. Bergmann. Z 255.

Maier, L., E. Ringelmann und E. Werle, Hemmung von Proteinasen durch Kallikrein-Inaktivatoren. Z 328.
Manecke, G., Trennung von Ionen in Ionenaustauschersäulen durch Ionophorese. Z 62.
Mannmeusel, L., R. Schenck und N. Zöllner, Veränderung des Dispersionsgrades der Plasmalipoide durch Heparin. Z 111, Z 268.
Marquardt, P., siehe E. Carl. Z 210.
Martin, H., und H.-J. Meyer, Anregung chemischer Elementarprozesse durch Molekularstrahlen. Z 85.
Marx, G., Über die Dilatationsschwingungen der Atomkerne. Z 476.
Mattauch, J., Präzisionsmassenspektrographen. A 557.
Matzelt, D., siehe Th. Bücher. Z 114.
Mauer, H., Über Veränderungen des intermediären Phosphatstoffwechsels unter Einwirkung von Tuberkelbakterien, ihrer Chemotherapeutika und Antibiotika (1. Mitteilung). Z 502.
—, —., siehe W. Finkeldey. Z 503, Z 504.
Maurer, W., und A. Niklas, Über die Neubildungsraten einzelner, getrennter Serum-Eiweißfraktionen nach oraler Gabe von S^{35}-l-Methionin. Z 260.
—, —., und L. Reichenbach, Über die Bindung des organischen Jods im Serum an einzelne Serum-Eiweißfraktionen. Z 261.
—, —., siehe M. Deimel. Z 489.
Max-Planck-Gesellschaft, Tätigkeitsbericht der — zur Förderung der Wissenschaften für die Zeit vom 1. April 1951 bis 31. März 1952. Ber 437, 461, 495, 507.
Meny, R., siehe H. W. Altmann. Z 138.
Menzel, E., Dickenmessung mikroskopischer Objekte mit Dreistrahl-Interferenzen. Z 398.
Merz, K. W., und M. Schirm, Über die quantitative Bestimmung von Isonicotinsäurehydrazid. Z 570.
Metzner, H., Über den Nachweis von Nucleinsäuren in den Chloroplasten höherer Pflanzen. Z 64.
Mevius, W., jr., siehe D. Düvel. Z 23.
Meyer, H.-J., siehe H. Martin. Z 85.
Meyer, Fr., W. Perkow und K. Ullerich, Neue Phosphorsäureester mit pupillenverengender Wirkung. Z 353.
Meyer, W., und W. Ulrich, Zur Analyse der Bauinstinkte unserer Honigbiene. Untersuchungen über die „Kleinbauarbeiten". Z 264.
Meyer-Eppler, W., Informationstheorie. A 341.
Meyerheim, G., siehe H. J. Hübener. Z 482.
Micheel, F., und H. Schweppe, Ein Verfahren zur papierchromatographischen Trennung und Analyse hydrophober Substanzen. Z 380.
Milazzo, G., Zuordnungskriterium für die Schwingungsbanden von UV-Absorptionsspektren. Z 81.
Möhres, F. P., Die Ultraschall-Orientierung der Fledermäuse. A 273.
Molière, K., siehe H. J. Altenhein. Z 447.
Moser, H., siehe J. Brandmüller. Z 325.
Mosthaf, H., siehe F. Hund. Z 209.
Mühleisen, R., Positive und negative elektrische Raumladungen in atmosphärischer Luft bei Schönwetter. Z 376.
Mühlfeld, A., siehe G. Bergmann. Z 255.
Müller, H. J., siehe F. Hartmann. Z 282.
Müller, H. R., und M. v. Stackelberg, Zur Struktur der Gashydrate. Z 20.
Müller, R., siehe D. Jerchel. 72.
Mülwert, H. H., Über die Wirkung akustischer Detektoren bei niederfrequent moduliertem Ultraschall in Gasen. Z 349.
Münster, A., und W. Ruppert, Oberflächenschichten aus Titannitrid. Z 349.
Müting, D., Über eine qualitative Farbreaktion zur Differenzierung von Aminosäuren auf Filtrierpapier. Z 303.

Nagabhushanam, A., siehe K. V. Giri. Z 548.
Nasemann, Th., und D. Peters, Enzymatisch-morphologische Untersuchungen am Vaccinevirus. Z 306.
Nast, R., und W. Pfab, Über die Struktur von „Kaliumtricyano-niccolat (I)". Z 300.
Negwer, M., siehe E. Blasius. Z 257.
Nemetschek, Th., siehe W. Grassmann. Z 215.
Nerdel, F., Über ein neues Verfahren zur Einführung von Fluor in organische Verbindungen. Z 209.
Netter, H., siehe H. Küsel. Z 239.
—, —., siehe G. Lukowsky. Z 240.
—, —., und H. Noll, Der Einfluß von Gallensäuren und ähnlich wirkenden Stoffen auf die Trypsinverdauung. Z 262.
Neuert, H., siehe A. Lindberg. Z 374.
Neuhold, K., siehe E. Kupka. Z 484.
Neumann, K., Zur Theorie der Verdampfungsgeschwindigkeit fester Körper. Z 107.
—, —., und K. Schmoll, Der Verdampfungskoeffizient des Kaliums zwischen 66 und 111° C. Z 131.
Neumann, W., siehe E. Habermann. Z 286.
Niehrs, H., siehe H. J. Altenhein. Z 447.
Niemann, E., Abhängigkeit des Kressewurzelwachstums von meteorologischen Faktoren. Z 190.
Niklas, A., siehe W. Maurer. Z 260.
Noll, H., siehe H. Netter. Z 262.

Noll, W., siehe H. Kircher. Z 158, Z 188, Z 233.
Nord, F. F., und G. de Stevens, On the mechanism of lignification. Z 479.
—, —., —., siehe G. N. Jean. Z 480.
Norman, A., siehe M. A. Greenfield. Z 22.
Nürnberg-Krüger, U., und E. Schiemann, Neue Untersuchungen an Secale africanum Stapf. Z 136.

Oel, H., und H. Strehlow, Ladungsfreie Elektroden in der Elektrochemie. Z 478.
Offe, H. A., siehe G. Domagk. Z 118, 168.
Offhaus, K., siehe G. Fröbrich. Z 575.
Ohloff, G., Oxydation β,γ-ungesättigter Alkohole. Z 523.

Papi, F., und L. Pardi, Die Sonne als Kompaß bei Talitrus saltator (Montagu), (Amphipoda, Talitridae). Z 262.
Pardi, L., siehe F. Papi. Z 262.
Parthasarathy, S., siehe S. S. Chari. Z 483, Z 544.
Pauly, F., Die „Copula" der Oribatiden (Moosmilben). Z 572.
Perkow, W., siehe Fr. Meyer. Z 353.
Peters, D., Zerschäumungsanalyse kristallisierter Serumalbumine. Z 88.
—, —., siehe Th. Nasemann. Z 306.
Pette, D., siehe Th. Bücher. Z 114.
Pezold, F. A., und Ch. Wunderly, Die Lösung cancerogener Kohlenwasserstoffe im Blutserum. Z 493.
Pfab, W., siehe R. Nast. Z 300.
Pfeiffer, H. H., Polarisatoren-Phasenmikroskopie bei leptonischen Analysen lebender Zellen. Z 305, Z 546.
Pfennig, N., siehe H. Brockmann. Z 429.
Pfotzer, G., Die Neutronenkomponente der Ultrastrahlung. Ber 149.
Pichotka, J., siehe G. Caroli. A 193.
Pisek, A., Zur Kenntnis der Frosthärte alpiner Pflanzen. A 73.
Pohl, R., Das Wuchsstoff/Hemmstoffproblem der höheren Pflanze. A 1.
Pohl, R. W., Die Bedeutung von Kristallbaufehlern für die Physik fester Körper. A 9.
—, —., Physik und Schule. A 535.
Pommer, H., Ein neuer Weg zur Synthese von alkylierten Azulenen. Z 44.
Prechtl, H. F. R., Über die Adaptation des Angeborenen Auslösemechanismus. Z 140.
Preuner, R., und J. v. Prittwitz und Gaffron, Über den Nachweis von Reduktionsorten in Bazillen und Bakterien und ihren Zusammenhang mit den sogenannten Nukleoiden. A 128.
Prittwitz und Gaffron, J. v., siehe R. Preuner A 128.
Przibram, K., Zur Entdeckungsgeschichte der infrarotempfindlichen Phosphore. Z 425.
Puchegger, F., Zum mechanischen und chemischen Verhalten von Calcitspaltflächen. Z 428.
Pupke, H., Das Zusammenwachsen von Kupferelektroden in einer Stickstoffentladung. Z 426.

Rabald, E., H. Spingler und G. Stoeck, Über die Veresterungsgeschwindigkeit der 3(β)-Oxy-$\Delta^{5,6}$-ätiocholensäure und der 3(β)-Oxy-$\Delta^{5,6}$-cholensäure. Z 352.
Raether, H., und H. Wesemeyer, Über die Reinigung elektrolytisch polierter Metallflächen mittels Kathodenzerstäubung. Z 398.
—, —., siehe H. Ehlers. Z 487.
Rao, S. B., siehe R. Hänsel. Z 553.
Reichenbach, L., siehe W. Maurer. Z 261.
Reinebeck, L., und H. Schüler, Über das Verhalten des Chlorbenzols in der Glimmentladung. A 445.
Reinert, J., Über die Bedeutung von Carotin und Riboflavin für die Lichtreizaufnahme bei Pflanzen. Z 47.
Reinicke, E., siehe F. Jung. Z 23.
Resch, H., siehe R. Fischer. Z 404, Z 504.
Rienäcker, F., siehe H. Bremer. Z 259.
Ringelmann, E., siehe L. Maier. Z 328.
Röhm, F., und H. Scholl, Zur Schubverformung von langen Kristallen. Z 505.
Röttger, H., Ein neues Färbeverfahren der Serum-Eiweißfraktionen bei der Papierelektrophorese. Z 451.
Rotheram, M., N. Todd und S. L. Whitcher, Decomposition of cystine by irradiation of its aqueous solutions. Z 450.
Rüdiger, O., siehe E. Houdremont. Z 399.
Rüttner, J. R., siehe P. Bovet. Z 332.
Ruhenstroth-Bauer, G., siehe G. Gebelein. A 457.
Ruppert, W., siehe A. Münster. Z 349.

Sandritter, W., Über den Nukleinsäuregehalt in malignen Geschwülsten. Z 46.
Sansoni, B., Eine neuartige Anwendung von Ionenaustauschharzen als Elektronenaustauscher. Z 281.
Scevola, M. E., siehe V. Bolcato. Z 211, Z 353.
Schäfer, H., siehe O. Braun. Z 280.
Schäfer, Kl., und K. Staab, Mechanismus der Beeinflussung der Linienintensität bei der Flammenphotometrie. Z 375.
—, —., und H. Wolff, Linienverschiebung und Mischungswärme von Lösungen des Acetons mit gesättigten Kohlenwasserstoffen. Z 547.
Schaller, F., Die „Copula" der Collembolen (Springschwänze). Z 48.
—, —., Der Flug von Sisyphus Schaefferi. Z 455.
Scharrer, K., siehe R. Bürke. Z 238.
Schenck, Rudolf,, Der Mechanismus des Photolyse-Photosynthese-Systems der grünen Pflanzen. Z 89.
—, —., Der Mechanismus der Photolyse und Photosynthese in grünen Pflanzen. II. Z 110.
Schenck, Ralf, siehe L. Mannmeusel. Z 111, Z 268.
Schiemann, E., siehe U. Nürnberg-Krüger. Z 136.
Schirm, M., siehe K. W. Merz. Z 570.
Schirmer, H., siehe K. Larché. Z 376.
Schleidt, W. M., Reaktionen auf Töne hoher Frequenz bei Nagern. Z 69.
Schmähl, siehe P. Danneberg. Z 381, A 393.
Schmidt, H., siehe W. Kaufmann. Z 431.
Schmidt, W. J., Wie entstehen die Schillerfarben der Federn? A 313, 576.
Schmitz-Dumont, O., siehe V. Habernickel. Z 20.
Schmoll, K., siehe K. Neumann. Z 131.
Schneider, A., Über das Vorkommen gerbstoffartiger Kondensationsprodukte von Anthocyanidinen in den Samenschalen von Pisum arvense. Z 452.
Schneider, F., siehe G. A. Erlemann. Z 160.
Schöne, H., Zur optischen Lageorientierung („Lichtrückenorientierung") von Dekapoden. Z 552.
Schöntag, A., Der Einfluß von Mineralstoffen auf die Nektarabscheidung durch die Pflanze. Z 304.
Schöpf, C., Zur Frage der Biogenese der Morphiumalkaloide. A 241.
Scholl, H., siehe F. Röhm. Z 505.
Schubert, H., siehe W. Langenbeck. Z 211.
Schubert, K., Tetragonal verzerrte dichteste Kugelpackungen bei valenzelektronenarmen intermetallischen Phasen. Z 159.
—, —., siehe G. Brandauer. Z 208.
—, —., siehe K. Anderko. Z 351.
Schüler, H., siehe L. Reinebeck. A 445.
Schütrumpf, R., siehe K. Gripp. Z 110.
Schuler, R., Die vitale Darstellung der Chromatinstrukturen von Bacterium coli mit Hilfe des Fluoreszenzmikroskopes. Z 90.
Schulz, I., siehe W. Franke. Z 453.
Schumann, W. O., Über die Ausbreitung sehr langer elektrischer Wellen und das Wellenspektrum der Blitzentladung. Z 475.
Schwagmeyer, W., Die Entwicklungdes Augenspiegels. A 269.
Schwarz, R., siehe E. Baronetzky. Z 256.
Schwarze, P., Beziehungen zwischen Eiweißspiegel, Peroxydasereaktion und Chlorophyllbildung. Z 501.
Schweppe, H., siehe F. Micheel. Z 380.
Schwinck, I., Zur Funktion der Perikardialzellen, weitere experimentelle Untersuchungen an der Larve von Panorpa communis L. Z 160.
Sedlnitzky, siehe E. Kupka. Z 235.
Seeliger, R., Die Diffusionstheorie des Säulenplasmas. Ber 78.
Seidel, F., Die Entwicklungspotenzen einer isolierten Blastomere des Zweizellenstadiums im Säugetierei. Z 355.
—, —., Regulationsbefähigung der embryonalen Säugetierkeimscheibe nach Ausschaltung von Blastemteilen mit einem UV-Strahlenstichapparat. Z 553.
Seifert, G., Mikroskopische Gefügeuntersuchung des Geschiebemergels. Z 133.
—, —., Gletscherschrammen auf Fehmarn (Schleswig-Holstein). Z 551.
Seiler, K., siehe D. Geist. Z 401.
Seith, W., siehe A. Kottmann. Z 40.
—, —., siehe Th. Heumann. Z 41.
Semm, K., siehe R. Fried. Z 326.
Seyfarth, W., Über das Studium der Chondriosomen der Soorhefe (Monilia albicans) und ihr Nachweis mit Triphenyltetrazoliumchlorid. Z 91.

Seyfarth, W., Mitochondrien in Tumorzellen als Eigenkörper. Z 91.
—, —., Über das Studium der Chondriosomen der Soorhefe (Monilia albicans) und ihr Nachweis mit Triphenyltetrazoliumchlorid. 2. Mitteilung. Z 162.
—, —., Über das Studium der Mitochondrien der Tumorzellen. 2. Mitteilung. Z 192.
Siedentopf, H., siehe A. Behr. Ber 28, Z 377.
Siefken, W., siehe G. Domagk. Z 118, 168.
Siering, H., Zytomorphologische Vitaluntersuchungen am Mäuse-Ascitescarcinom. Z 267.
Sievers, E., und A. G. Winter, Untersuchungen über die Beeinflussung der Samenkeimung durch Kaltwasserextrakte aus der Blattstreu verschiedener Gramineen. Z 191.
Smekal, W., Bindungsunterschiede zwischen kristallinen und amorphen Stoffzuständen. Z 505.
Smolczyk, H.-G., siehe J.-E. Hiller. Z 208.
Sommermeyer, K., Die Absorptionskoeffizienten der β-Energie radioaktiver Isotope in luftäquivalenten Substanzen. Z 506.
Spingler, H., siehe E. Rabald. Z 352.
Srinivasan, D., siehe S. S. Chari. Z 483, Z 544.
Staab, K., siehe Kl. Schäfer. Z 375.
Stackelberg, M. v., siehe H. R. Müller. Z 20.
Stahl, E., Nachweis der Vorstufe des Azulens in den Drüsenhaaren der Schafgarbe (Achillea millefolium L. und andere Arten). Z 551.
—, —., Über die Farbe des ätherischen Öles von Artemisia Absinthium L. und das Proazulen. Z 571.
Stapleton, G. E., siehe K. C. Atwood. Z 330.
Staudt, G., Zur Selbststerilität von Fragaria viridis Duch. Z 572.
Stein, H., G. Stoeck und H. Voigt, Steroide mit verzweigter Seitenkette am Kohlenstoffatom 17. Z 327.
Stein, W., siehe W. Harm. Z 113, Z 212, Z 383.
Steinwehr, H. E. v., und R. Weber, Über eine Bildung von γ-Fe_2O_3 bei niedriger Temperatur in stark hygroskopischer Umgebung. Z 140.
—, —, —., Hämatit als Pigment roter Sedimente. Z 298.
Stevens, G. de, siehe F. F. Nord. Z 479.
Stich, W., siehe H. Cramer. Z 137.
Stoeck, G., siehe H. Stein. Z 327.
—, —., siehe E. Rabald. Z 352.
Stöckmann, F., Zur Physik der Kristallphosphore. Ber 226, Ber 246.
Strassmann, F., siehe K. Fritze. Z 522.
Strehlow, H., siehe H. Oel. Z 478.
Struss, F., und G. Urban, Elektrophoreseanordnung hoher Auflösung bei gleichzeitiger Trennung. Z 300.
Stuke, B., Das Verhalten der Oberfläche von sich in Flüssigkeiten bewegenden Gasblasen. Z 325.
Stumpf, H., Elektrophysiologische Untersuchung des Farbensehens von Fliegen (Calliphora). Z 574.
Sturm, H., Die Paarung bei Machilis (Felsenspringer). Z 308.
Szabó, Z. G., siehe B. Lakatos. Z 486, 576.

Teucher, M., Zur Vielfacherzeugung von Mesonen in Nukleon-Nukleon-Stößen. Z 68.
Thielecke, G., siehe A. Engelhardt. Z 266.
Thomsen, G., Die Bindung von Quecksilber an verschiedene reine und elektrophoretisch auf Filtrierpapier getrennte Serumproteine. Z 451.
Todd, N., siehe M. Rotheram. Z 450.
Trägner, E., siehe F. Hund. Z 63.
Treibs, A., siehe H. Cramer. Z 137.
—, —., Ein Porphyrin mit radioaktivem Jod. Z 281.
Trincker, D., Gibt es „bedingte Reflexe" bei Rückenmarksfröschen? Z 92.
—, —., Reafferenz-Prinzip und Anpassung. Z 115.
Trost, A., siehe R. Berthold. Z 233.

Uhlmann, G., siehe H. Limburg. Z 214.
Ullerich, K., siehe Fr. Meyer. Z 353.
Ulrich, W., siehe W. Meyer. Z 264.
Unger, S., siehe H. Bremer. Z 259.
Urban, G., siehe F. Struss. Z 300.
Usinger, W., siehe H. Giersberg. Z 405, 484.

Valcurone, G., siehe V. Bolcato. Z 211.
Voigt, H., siehe H. Stein. Z 327.
Vollbrechtshausen, I., siehe L. Jaenicke. Z 86.

Wachholder, K., Die Variabilität des Lebendigen. A 177, 195.
—, —., siehe H. Arnold. Z 303.
Walcher, W., siehe J. Bähnisch. Z 379.
Walter, W., siehe K. Heyns. Z 64, Z 507, 576.
Wankmüller, A., Zur Papierchromatographie aromatischer Amine. Z 133.
—, —., Zur Papierchromatographie von Arzneimittelkombinationen. Z 302.
Warburg, O., Der Mechanismus des Photolyse-Photosynthese-Systems der grünen Pflanzen. Erwiderung auf die Mitteilung von R. Schenck. Z 185.
—, —., Energetik der Photosynthese. A 337.
Weber, H. H., Zum Tode Otto Meyerhofs. A 217.
Weber, R., siehe H. E. v. Steinwehr. Z 140.
—, —., siehe P. Bovet. Z 332.
Weidel, W., Genabhängige biosynthetische Reaktionsketten und ihre Analyse. A 55.
Weidner, H., siehe A. Lindberg. Z 374.
Weigel, H., siehe M. Lipp. Z 189.
Weigert, W., siehe O. Hoffmann-Ostenhof. Z 303.
Weiss, A., siehe R. Fahn. Z 351.
Weisser, H. R., siehe K. Clusius. Z 42.
Wendler, M., siehe F. Jung. Z 23.
Wenke, H., Der Bildungswert der Naturwissenschaften und ihre Stellung in der Schule. A 531.
Wenzel, M., siehe H. Hanson. Z 403.
Werckmeister, P., Papierchromatographische Studien zur Blütenfarbenzüchtung. Z 328.
Werle, siehe L. Maier. Z 328.
Wesemeyer, H., siehe H. Raether. Z 398.
Whitcher, S. L., siehe M. Rotheram. Z 450.
Wicke, E., siehe M. Eigen. Z 108, 545.
—, —., siehe H. Friz. Z 522.
Wiemer, F.-K., Funktion des regenerierten Tectum opticum bei Molchen. Z 575.
Wille, J. E., Probleme der landwirtschaftlichen Schädlingsbekämpfung in Peru. A 105.
Willeke, L., und A. G. Winter, Untersuchungen über Antibiotica aus höheren Pflanzen. IV. Mitteilung: Hemmstoffe im herbstlichen Laub. Z 45.
—, —., und A. G. Winter, Untersuchungen über Antibiotica aus höheren Pflanzen. V. Mitteilung: Hemmstoffe in Blättern und Blattstreu der Gramineen. Z 190.
—, —., und A. G. Winter, Untersuchungen über Antibiotica aus höheren Pflanzen. VI. Mitteilung: Gasförmige Hemmstoffe aus Tropaeolum maius und ihr Verhalten im menschlichen Körper bei Aufnahme von Tropaeolum-Salat per os. Z 236.
Willy, W., siehe P. Bovet. Z 332.
Windisch, F., siehe W. Heumann. Z 329.
Winter, A. G., siehe L. Willeke. Z 45, Z 190, Z 236.
—, —., siehe E. Sievers. Z 191.
Wolff, H., siehe Kl. Schäfer. Z 547.
Wolter, H., siehe R. Bönicke. Z 383.
Wunderly, Ch., siehe A. Hässig. Z 260.
—, —., siehe F. A. Pezold. Z 493.

Yamaguchi, Sh., Elektronenmikroskopie für den Metalleinkristall. Z 19.

Zambruno, D., siehe M. Cafiero. Z 305.
Zenneck, J., Aus der Kindheit der drahtlosen Telegraphie. A 409.
Zieler, E., Über den Homogenitätsgrad von Röntgenstrahlen. Z 567.
Zimmer, H., siehe J. D'Ans. Z 450.
Zirm, K. L., siehe E. Kupka. Z 235.
Zöllner, N., siehe L. Mannmeusel. Z 111, Z 268.
—, —., siehe J. Fellig. Z 523.

III. Sachregister[1]).

Absorptionskoeffizienten, Die — der β-Energie radioaktiver Isotope in luftäquivalenten Substanzen. Z 506.
Acetylation, — of Phenylhydrazine in Acetate respiration by Yeast. Z 211.
Actinomycin, Auftrennung von — C durch Gegenstromverteilung. Z 429.
Activity coefficients, On Bagchi's calculation of — by the method of Gronwall and his collaborators. Z 569.
Additionsverbindungen, Salzartige — des Aluminiumäthylats. Z 20.
Adenosintriphosphorsäure, Weitere Beobachtungen über die Abhängigkeit der Zellform und -bewegung von der —. Z 266.
Adrenocorticotropin, Die Wirkung des —s auf die Lipophoren der Pfrille (Phoxinus laevis). Z 554.
Ätherisches Öl, Ein Mikroverfahren zur Wertbestimmung des genuinen —n —s in einzelnen pflanzlichen Ölbehältern. Z 404, 504.
Aktivitätsschwankungen, Untersuchung tagesperiodischer — bei Käfern. Z 265.
Albumin, Die serologische Prüfung von — in Albuminpräparat, Blutserum und Uroprotein. Z 260.
Alkaloide, Zur Bestimmung der — aus Rauwolfia serpentina (Benth). Z 553.
Alkohole, Oxydation β,γ-ungesättigter —. Z 523.
Altersbestimmung, Zur geologischen — nach der Kalium-Argon-Methode. Z 522.
Aminobuttersäure, Die Bildung von α- — aus Threonin bei der Hydrolyse mit Salzsäure. Z 507, 576.
Aminosäuren, Über eine qualitative Farbreaktion zur Differenzierung von — auf Filtrierpapier. Z 303.
Anthocyanidine, Über das Vorkommen gerbstoffartiger Kondensationsprodukte von —n in den Samenschalen von Pisum arvense. Z 452.
Antibiotica, Untersuchungen über — aus höheren Pflanzen IV. Mitteilung. Hemmstoffe im herbstlichen Laub. Z 45.
Antibiotica, Untersuchungen über — aus höheren Pflanzen. V. Mitteilung: Hemmstoffe in Blättern und Blattstreu der Gramineen. Z 190.
Antibiotica, Untersuchungen über — aus höheren Pflanzen. VI. Mitteilung: Gasförmige Hemmstoffe aus Tropaeolum maius und ihr Verhalten im menschlichen Körper bei Aufnahme von Tropaeolum-Salat per os. Z 236.
Antibiotisch, Über die mutagene Wirksamkeit einiger kanzerogener, zytostatischer und —er Agenzien. Z 283.
Antimongehalt, — und photoelektrischer Effekt verschiedener Bleiglanze. Z 208.
Antiphlogistisch, Über das —e Prinzip der Kamille. Z 23.
Ascitestumorzellen, Über die Plasmastrukturen der —. Z 331.
Atmungskatalysatoren, Zur Wirkung von — auf die Zellteilung. Z 483.
Atomkerne, Über die Dilatationsschwingungen der —. Z 476.
Augenspiegel, Die Entwicklung des —s. A 269.
Auslösemechanismus, Über die Adaptation des Angeborenen —. Z 140.
Avil, Untersuchungen über die antispastische und tuberkulostatische Wirkung des Antihistaminikums „—" und ihre Aufhebbarkeit durch p-Aminobenzoesäure. Z 383.
Azulen, Ein neuer Weg zur Synthese von alkylierten —en. Z 44.
Azulen, Nachweis der Vorstufe des —s in den Drüsenhaaren der Schafgarbe. (Achillea millefolium L. und andere Arten). Z 551.

Bact. coli, Einfluß der Wachstumsbedingungen auf die „Tötung" von — durch UV-Licht und Kritik des Eintreffermodells. Z 161.
Bakterien, Kavitationswirkungen an —. Z 554.
Benetzungswärme, Die — als charakteristische Bestimmungsgröße von Pulvern. Z 279.
Bi-Aromatics, Syntheses of — in the heterocyclic series. Z 480.
Biologie, — und Schule. A 539.
Biosynthese, Serin als Partner bei der — der Purine von Nukleinsäuren. Z 134.
Blattläuse, Polyvinylalkohol-Lactophenol-Gemisch als Einbettungsmittel für —. Z 285.
Bleiorthovanadat, Die Beziehung zwischen geschmolzenem Descloizit und synthetischem —. Z 570.
Blitzentladung, Über die Ausbreitung sehr langer elektrischer Wellen und das Wellenspektrum der —. Z 475.
Blütenbildung, Beschleunigung der — bei Tagetes erecta durch Aufwachsen neben Tagetes patula. Z 454.
Blutgerinnung, Der Altersgang der —. Z 215.
Blutgerinnung, Der Einfluß von n-Octylamin auf die —. Z 526.
Blutgerinnungszeit, Beeinflussung der normalen — durch das Wetter. A 193.
Blutgruppe A, Über die Entwicklung der — und ihrer Untergruppen. Z 309.
Bor, Neue Komplexverbindungen des —s. Z 280.
Bremsstrahlung, Zum Polarisationsgrad der — dünner Antikathoden. Z 38.
Bunsenbrenner, Beobachtungen am —. A 418.

Calcitspaltflächen, Zum mechanischen und chemischen Verhalten von —. Z 428.
Cancerogen, Zur Wirkung von —en Kohlenwasserstoffen auf in vitro gezüchtete Zellen. Z 90.
Cancerogen, Konstitution und Wirkung —er aromatischer Substanzen. A 393.
Cancerogen, Die Lösung —er Kohlenwasserstoffe im Blutserum. Z 493.
Carotingehalt, Beeinflussung des —es der Pflanzen durch Mineraldüngung. Vorläufige Mitteilung. Z 238.
Chemie, — und Schule. A 537.
Chironomiden, Chromosomale Soma-Keimbahn-Differenzierung bei —. Z 22.
Chondriosom, Über das Studium der —en der Soorhefe (Monilia albicans) und ihr Nachweis mit Triphenyltetrazoliumchlorid. Z 91, Z 162.
Chromatinstrukturen, Die vitale Darstellung der — von Bacterium coli mit Hilfe des Fluoreszenzmikroskopes. Z 90.
Chromatographie, Zur — von Elektolyten III. Trennung von Schwermetallen mit Hilfe ihrer Chlorokomplexe bei erhöhten Temperaturen. Z 257.
Chrysotilasbest, Veränderungen von — im Elektronenmikroskop. Z 188.
Chrysotilasbestfaser, Zur Morphologie der —. Z 158.
Colchicin, Über den Einfluß des —s auf die Vermehrung des Staphylococcus aureus. Z 305.
Coli-Kulturen, Vergleich der UV-Inaktivierung und Wärmeaktivierung von verschiedenen UV-empfindlichen —. Z 212.
Conway-Theorie, Beweise für die — der Muskelpermeabilität. Z 239.
Copula, Die „—" der Collembolen (Springschwänze). Z 48.
Copula, Die „—" der Oribatiden (Moosmilben). Z 572.
Cristal, Relations entre la symétrie d'un — et celle des spirales de croissance qu'ils peuvent présenter. Z 425.
Cu-Ge, Zum Aufbau des Systems —. Z 208.
Cyanamid (H_2CN_2), Über die Wirkung des —s — in der Pflanze. Z 526.
Cystin, Über im Pile bestrahltes —. Z 189.
Cystine, Decomposition of — by irradiation of its aqueous solutions. Z 450.
Cytochrom, — b. Z 524.

DDT, Die Bestimmung kleinster Mengen — auf enzymanalytischem Wege. Z 109.
Dekapoden, Zur optischen Lageorientierung („Lichtrückenorientierung") von —. Z 552.
Diamanten, Homöopolare und metallische Bindung beim —. Z 62.
Diatomeen, Neue Erkenntnisse über den Schalenbau von —. A 146.
Diffusion, Zur Frage der Volumenänderung von Diffusionskörpern bei der — in metallischen Mischkristallen. Z 40.
Diffusion, Über die Einführung partieller Diffusionskoeffizienten zur Deutung der — in Metallen. Z 41.
Diffusionsnebelkammer, Über eine — mit vertikal aufwärts gerichtetem Diffusionsstrom. Z 206.
Diphtherie-Toxin, Die Wirkung von o-Chinon auf —. Z 382.
Dissoziationsenergie, Die — des Fluors nach der Explosionsmethode. Z 522.
Dopadecarboxylase, Aktivierung der — des Nebennierenmarks durch Nebennieren-Rindenextrakt. Z 116.
D-Psicose, Nachweis von — als Umlagerungsprodukt von Glucose, Fructose und Mannose. Z 160.
Dreischichten-Farbfilme, Das Auflösungsvermögen von —n. Z 132.

[1]) A = Aufsatz, Ber = Bericht, Z = Kurze Originalmitteilung.

Dreistrahl-Interferenzen, Dickenmessung mikroskopischer Objekte mit —. Z 398.
Duftorgan, Die Mandibeldrüse als — bei einigen Hymenopteren. Z 484.

Einkristalle, Ätzversuche an —n im elektrischen Feld. Z 19.
Einkristalle, Zur Theorie des Kriechens von —n. Z 187.
Einkristallstäbe, Silizium-—. Z 400.
Eiweißspiegel, Beziehungen zwischen —, Peroxydasereaktion und Chlorophyllbildung. Z 501.
Electrolytes, On strong — in solutions. Z 108, Z 299.
Electrolytes, Bemerkung zu der voranstehenden Mitteilung: „On strong — in solutions". Z 108.
Elektrochemie, Ladungsfreie Elektroden in der —. Z 478.
Elektrodynamik, Zur nicht-linearen —. Z 185.
Elektrolumineszenz, — beim anodischen Polieren von Zink. Z 208.
Elektrolyte, Zum Konzentrationsverlauf der Aktivitätskoeffizienten starker —. Z 545.
Elektronen, Zur Einfachstreuung schneller — in kleine Winkel. Z 265.
Elektronenaustrittsspannungen, Bestimmung der — von Cd, Cu, Sn, Zn auf Grund ihrer Voltaspannungen gegen Ag. Z 131.
Elektroneninterferenzen, Bestimmung innerer Potentiale und Strukturfaktoren aus der Feinstruktur der — kleiner Kristalle. Z 447.
Elektronenmikroskopie, — für den Metalleinkristall. Z 19.
Elektronenmikroskopisch, —e Beobachtungen am Saft gesunder Tabakpflanzen. Z 68.
Elektronenmikroskopisch, —e Untersuchungen über das Dentin im menschlichen Zahn. Z 492.
Elektronenmikroskopisch, —e Untersuchungen ferromagnetischer Elementarbezirke. Z 566.
Elektrophoreseanordnung, — hoher Auflösung bei gleichzeitiger Trennung. Z 300.
Elementarprozesse, Anregung chemischer — durch Molekularstrahlen. Z 85.
Embryonal, Regulationsbefähigung der —en Säugetier-Keimscheibe nach Ausschaltung von Blastemteilen mit einem UV-Strahlenstichapparat. Z 553.
Energieträgheit, Zur Planckschen Fassung des Gesetzes der —. Z 254.
Enzymaktivität, Über die — in gefrorenen Pflanzengeweben. Ber 323.
Enzymgehalt, Einfluß von Cl^- und SO_4^{--} auf den — einiger Kulturpflanzen. Z 65.
État thermique, Sur une nouvelle équation d' — — des gaz et fluides. Z 426.

Farbensehen von Fliegen (Calliphora), Elektrophysiologische Untersuchung des —s —. Z 574.
Farbstoffe, Untersuchungen über die — aus Bixa orellana L. Z 211.
Feinstruktur-Konstante, Eine Gleichung für den Zahlenwert der Sommerfeldschen —n. Z 505.
Fe_2O_3, Über eine Bildung von γ-—bei niedriger Temperatur in stark hygroskopischer Umgebung. Z 140.
Flammenphotometrie, Mechanismus der Beeinflussung der Linienintensität bei der —. Z 375.
Fledermäuse, Die Ultraschall-Orientierung der —. A 273.
Fledermäuse, Zur Ultraschall-Orientierung der —. Z 574.
Fledermäuse, Die Orientierungsmusik der —. Z 384.
Flimmerverschmelzungsfrequenz, — und Arbeitsbeanspruchung. Z 303.
Fluor, Über ein neues Verfahren zur Einführung von — in organische Verbindungen. Z 209.
Fluoreszenz, Zur — der Granen im Chloroplasten. Z 23.
Fluoreszenzmessung, Einfache Apparatur zur — auf Filterpapierstreifen. Z 326.
Fluoreszenzmikroskop, Die Lichtfilter im — zur Darstellung des Mycobakterium tuberculosis. Z 528.
Franck, Zum 70. Geburtstag von James —. A 385.
Frosthärte, Zur Kenntnis der — alpiner Pflanzen. A 73.

Ganglienzellkern, Morphologische Bemerkungen zur Funktion des —es. A 348.
Garnierit, Synthese des —es. Z 233.
Gasblasen, Das Verhalten der Oberfläche von sich in Flüssigkeiten bewegenden —. Z 325.
Gashydrate, Zur Struktur der —. 2. Mitteilung. Z 20.
Gaswechsel, Zum — der Larve von Prodiamesa olivacea Meig. Z 263.
Gefügeuntersuchung, Mikroskopische — des Geschiebemergels. Z 133.
Gelen, Nachweis der Gerüststruktur in thixotropen —. Z 351.
Germanium, Die Temperaturabhängigkeit des Sperrstroms von p-n-Übergängen in —. Z 401.
Germaniumsubchloride. Z 256.
Gletscherschrammen, — auf Fehmarn (Schleswig-Holstein). Z. 551.
Glimmentladung, Über das Verhalten des Chlorbenzols in der —. A 445.
Glycolico-Dehydrase, Zur Kenntnis der pflanzlichen —. Z 453.
Gold-Quecksilber-Legierungen, Darstellung pulverförmiger — bei Zimmertemperatur. Z 209.
Gold-Silber-Legierungen, Die Darstellung pulverförmiger — bei Zimmertemperatur. Z 63.
Gußeisen, Röntgenographische und mechanische Verformungsmessungen an —. Z 39.

Hämagglutinin, Über ein pflanzliches — gegen menschliche B-Blutzellen Z 284.
Hämatit, — als Pigment roter Sedimente. Z 298.
Hämoglobinfraktionen, Zur Frage der — des Erwachsenenblutes. Z 308.
Häutungszyklus, Untersuchungen zum — der Ringelnatter unter p-Oxypropiophenon. Z 573.
Halbwertszeit, Zu — und Zerfallsschema des Rb^{87}. Z 379.
Halbwertszeit, Neubestimmung der — — des ThB (^{212}Pb). Z. 575.
Hefe, Über die mögliche Funktion des polymeren Metaphosphats als Speicher energiereichen Phosphats in der —. Z 303.
Heparin, Hemmung der Ribonuclease durch —. Z 523.
Hochfrequenzgasentladungen, Über eine Resonanzerscheinung in elektrodenlosen — mit überlagertem Magnetfeld. Z 374.
Hochtemperaturmodifikationen, Die — von Kalzium-, Strontium- und Bariumsulfat. Z 478.
Homologe Reihen, Die Löslichkeit —r — organischer Verbindungen. 2. Mitteilung: Das Löslichkeitsdekrement der Methylengruppe und die Funktionslöslichkeit in homologen Reihen. Z 189, (Z 41).
Honigbiene, Über die Prothoraxdrüse der — (Apis mellifica L.). Z 116.
Honigbiene, Zur Analyse der Bauinstinkte unserer —. Untersuchungen über die „Kleinbauarbeiten". Z 264.
Hormonextrakte, Über die Wirkung von —n des Hypophysenhinterlappens auf die Serumproteinzusammensetzung sowie ihre Beziehungen zum Renin. Z 405.
Hypophysenhormone, Zur Direktwirkung von —n. Z 237.
Hypophysenproblem, Zum — „beim Frosch". Z 70.

Imidazol-parahämatine, Sterische Hinderung bei der Bildung von —n. Z 211.
Informationstheorie. A 341.
Insektenauge, Über zeitliches Auflösungsvermögen und Primärvorgänge im —. A 290.
Interferenzerscheinungen, — bei Röntgenstrahlen. A 361, A 368.
Interferometric, — study of etchpits. Z 448.
Ionenaustauschharze, Eine neuartige Anwendung von —n als Elektronenaustauscher. Z 281.
Ionenradien, — und -polarisierbarkeiten in Steinsalzgittern mit Ionen gleicher Edelgasschale. Z 488.
Ionophorese, Trennung von Ionen in Ionenaustauschersäulen durch —. Z 62.
Ionosphäre, Analyse beobachteter Absorptionsschwankungen elektromagnetischer Wellen in der —. Z 297.
Ionosphärenstörung, Zur — vom 23. bis 28. Februar 1952. Z 377.
Isolatoren, Verhalten der Elektronen kristallischer — in hohen elektrischen Feldern. Z 18, 120.
Isonikotinsäurehydrazid, Über den Antagonismus zwischen dem — (INH) und bestimmten aromatischen Substanzen. Z 402.
Isonikotinsäurehydrazid, Über die quantitative Bestimmung von —. Z 570.

Jodkettenmolekeln, Die Lichtabsorption von —. Z 256.

Kalium-tetracyano-cobaltat (0), —, $K_4[Co(CN)_4]$. Z 300.
Kalium-tricyano-niccolat (I), Über die Struktur von „—". Z 300.
Kathodenzerstäubung, Über die Reinigung elektrolytisch polierter Metallflächen mittels —. Z 398.

Keimhemmend, Über —e Extrakte aus Pflanzen. Z 405.
Kernäquivalente und Reduktionsorte, Über — in Bakterien. Z 527.
Klette, Anbauwürdigkeit der großen — (Arctium Lappa L.). Z 213.
Klimaschwankung, Über den morphologischen Nachweis einer nacheiszeitlichen —. Z 110.
Kollagenfibrillen, Die Querstreifung von —. Z 215.
Kometen, Der Einfluß der Sonne auf die Helligkeit der —. A 13.
Kreatin, Photometrische Bestimmung der Umwandlung von — in Kreatinin. Z 63.
Krebsdiagnostik, Selektive Speicherung fluoreszierender und radioaktiver Farbstoffe im Tumorgewebe als Grundlage einer neuartigen —. Z 137.
Kressewurzelwachstum, Abhängigkeit des —s von meteorologischen Faktoren. Z 190.
Kristallbaufehler, Die Bedeutung von —n für die Physik fester Körper. A 9.
Kristalline und amorphe Stoffzustände, Bindungsunterschiede zwischen —n — —n —n. Z 505.
Kristallphosphore, Zur Physik der —. Ber 226, 246.
Kristallstrukturen, — von Pd_2Si, Pt_2Si, Pd_2Ge und Pt_2Ge. Z 351.
K-Schwelle, Zur Theorie der — und zur Ionen-Aktivität im Zellinnern. Z 240.
Kugelpackungen, Tetragonal verzerrte dichteste — bei valenzelektronenarmen intermetallischen Phasen. Z 159.
Kurzwellen, Reflexionen von — aus Höhen unter 100 km. Z 84.

Ladenburg, Rudolf — †. A 289.
Ladung, Die elektrische — suspendierter Zellen. A 25.
Leitungsmechanismus, Zum elektrischen — im festen Kalziumkarbid. Z 19.
Lichtelektrisch, —e Messungen an ZnS-Einkristallen. Z 447.
Lichtreizaufnahme, Über die Bedeutung von Carotin und Riboflavin für die — bei Pflanzen. Z 47.
Lignification, On the mechanism of —. Z 479.
Linienverschiebung und Mischungswärme, — von Lösungen des Acetons mit Kohlenwasserstoffen. Z 547.
Löslichkeit, Die — homologer Reihen organischer Verbindungen. Z 41. 2. Mittlg. Z 189.

Mäuse-Ascitestumor, Eine gegen Colchicin resistente Abart des —s. Z 117.
Mäuse-Ascites-Carcinom, Zytomorphologische Vitaluntersuchungen am —. Z 267.
Max-Planck-Gesellschaft, Tätigkeitsbericht der — zur Förderung der Wissenschaften für die Zeit vom 1. April 1951 bis 31. März 1952. Ber 437, 461, 495, 507.
Meltings points, On the — of transition metals. Z 486, 576.
Mesonen, Zur Vielfacherzeugung von — in Nukleon-Nukleon-Stößen. Z 68.
Mesonen, Bemerkungen zur Theorie der Vielfacherzeugung von —. Z 69.
Metamorphose von Tribolium Duv., Ein neuer Nahrungsfaktor, der die — ermöglicht. Z 575.
Mitosegiftwirkung, — von Oestrogenen. Z 381.
Meyerhof, Zum Tode Otto —s. A 217.
Molche, Funktion des regenerierten Tectum opticum bei —n. Z 575.
Molkenproteine, Zur Struktur der —. Z 431.
Moorforschung, Die Rhizopodenanalyse als Hilfsmittel der —. A 318, 456.
Morphiumalkaloide, Zur Frage der Biogenese der —. A 241.
Mutations, Lethal — and the bactericidal action of ionizing radiation. Z 22.
Mutations, Lethal — and the bactericidal action of ionizing radiation. Z 330.
Mutterkorn, Die Züchtung von — (Claviceps purpurea) auf tetraploidem Roggen. Z 432.
Mutterkornsklerotien, Der Alkaloidgehalt von auf tetraploidem Roggen gewachsenen —. Z 432.

Nager, Reaktionen auf Töne hoher Frequenz bei —n. Z 69.
Nektarabscheidung, Der Einfluß von Mineralstoffen auf die — durch die Pflanze. Z 304.
Neoteben, —, ein neues hochwirksames Tuberculostaticum und die Beziehungen zwischen Konstitution und tuberculostatischer Wirksamkeit von Hydrazinderivaten. Z 118, 168.
Nor-Adrenochrom, Zur Darstellung von —. Z 210.
Normalentropie, Empirische Funktion zur Berechnung der — von Gasen und dampfförmigen Verbindungen. Z 569.
Nucleinsäuren, Über den Nachweis von — in den Chloroplasten höherer Pflanzen. Z 64.
Nukleinsäuregehalt, Über den — in malignen Geschwülsten. Z 46.

Oberflächenbenetzbarkeit, Änderung der — während der Blattentwicklung. Z 65.
Ölfruchtschädlinge, Probleme bei der Bekämpfung von —n. A 99.
Oogenese, Extrachromosomale feulgenpositive Körper (Nukleinkörper) in der — der Tipuliden. Z 71.
Osmometer, Schnell arbeitendes — für medizinische und biologische Zwecke. Z 481.
Oxydationsgeschwindigkeit, Vergleichende Messung der — von fetalem und Erwachsenen-Hämoglobin zu Hämiglobin durch Kaliumferricyanid. Z 481.

Paarung, Die — bei Machilis (Felsenspringer). Z 308.
Paper chromatograms, Sodium 1:2-Naphthoquinone 4-sulfonate as a reagent for identification of amino acids and peptides and for quantitative estimation of proline and hydroxyproline separated on —. Z 548.
Papierchromatogramm, Eine einfache quantitative Bestimmung von Aminosäuren im —. Z 524.
Papierchromatogramme, Eine einfache Methode zur quantitativen Bestimmung von Aminosäuren auf —n. Z 301.
Papierchromatographie. Beitrag zur — von Glycylpeptiden. Z 64.
Papierchromatographie, Trennung der Karotinoide und Chlorophylle mit Hilfe der —. Z 88.
Papierchromatographie, Zur — aromatischer Amine. Z 133.
Papierchromatographie, Zur — von Arzneimittelkombinationen. Z 302.
Papierchromatographisch, —e Studien zur Blütenfarbenzüchtung. Z 328.
Papierchromatographisch, Ein Verfahren zur —en Trennung und Analyse hydrophober Substanzen. Z 380.
Papierchromatographisch, Über das —e Verhalten einer salzsauren Lösung von Glutaminsäure. Z 381.
Papierchromatographisch, Zum —en Nachweis von Serumpeptidasen. Z 403.
Papierchromatographisch, —e Untersuchungen über die Hydroxyphenylalkylamine der Gerstenkeimlinge. Z 431.
Papierchromatographisch, —er und papierelektrophoretischer Nachweis des β-Indolacetonitrils und des β-Indolaldehyds in Extrakten aus Kohlpflanzen. Z 550.
Papierchromatographisch, —er Nachweis des β-Indolaldehyds in photolytisch zersetzter IES-Lösung. Z 549.
Papierelektropherogramm, — der Eiweißkörper des Liquor cerebrospinalis. Z 114.
Papierelektrophorese, Die — von Zuckern und Zuckerderivaten. Z 86.
Papierelektrophorese, Das Verhalten der Bluteiweißkörper zu den Sulfanilamiden bei der —. Z 135.
Papierelektrophorese, Präparative —. Z 282.
Papierelektrophorese, Ein neues Färbeverfahren der Serum-Eweißfraktionen bei der —. Z 451.
Papierelektrophoretisch, Die —e Trennung von Ribosiden als Boratkomplexe. Z 86.
Papierelektrophoretisch, —e Trennung von Indolderivaten aus Pflanzenextrakten. Z 258.
Papierelektrophoretisch, Zur —en Fraktionierung tierischer Gifte. Z 286.
Papierelektrophoretisch, —e Trennung von Ribo- und Desoxyribonukleinsäure. Z 489.
Parallelplattenzähler, Der — als selbstlöschendes Teilchenmeßgerät. Z 298.
Pasteurreaktion, Besteht eine Hemmung der — durch elementaren Schwefel? Z 556.
Penicillin- und Streptomycinresistenz, — — — bei Meningokokken. Z 430.
Perikardialzellen, Zur Funktion der —, weitere experimentelle Untersuchungen an der Larve von Panorpa communis L. Z 160.
Periodisches System, Prinzipielle Betrachtungen im —n — der Elemente. Z 477, Z 490, Z 491, 556.
Pharmakologie, Beispiele für die zunehmende Verknüpfung von — und Biochemie. A 243.
Phasenmikroskop, Kontrasteffekt dicker Objekte im —. A 145.

Phasenmikroskop, Kontrasteffekt dicker Objekte im —. Z 427.
Phasenmikroskopie, Polarisatoren- — bei leptonischen Analysen lebender Zellen. Z 305.
Phasenmikroskopie, Polarisatoren-, — (Berichtigung zu Z 305). Z 546.
Phenylazid, Chemischer Beweis für die Konstitution des —s. Z 42.
Phosphore, Zur Entdeckungsgeschichte der infrarotempfindlichen —. Z 425.
Photolyse, Der Mechanismus der — und Photosynthese in grünen Pflanzen. II. Mitteilung. Z 110.
Photolyse, Über p_H-Veränderungen bei der — des Heteroauxins. Z 282.
Photolyse-Photosynthese-System, Der Mechanismus des —s der grünen Pflanzen. Z 89.
Photolyse-Photosynthese-System, Der Mechanismus des —s der grünen Pflanzen. Erwiderung auf die Mitteilung von R. Schenck. Z 185.
Photosynthese, Energetik der —. A 337.
Phototrop, Magnetische Messungen an —n Stoffen. Z 397.
Physik, — und Schule. A 535.
Pigmenthormon, Die Bedeutung des —s beim Säugetier. Z 405, 484.
Plasmalipoide, Veränderung des Dispersionsgrades der — durch Heparin. Z 111, 268.
Plasmalogengehalt, Über den — im Sperma. Z 432.
Plasmalogenverteilung, Beeinflussung der — in der Nebennierenrinde des hypophysektomierten Meerschweinchens. Z 114.
Plasmatemperatur, Über die Bestimmung der — im Xenon-Hochdruckbogen. Z 376.
Polyglutaminsäure, Synthese der α-L- —. Z 380.
Porphyrin, Ein — mit radioaktivem Jod. Z 281.
Porphyrin, Über das — des sauerstoffübertragenden Fermentes. Z 403.
Präzisionsmassenspektrographen. A 557.
Proazulen, Über die Farbe des ätherischen Öles von Artemisia Absinthium L. und das —. Z 571.
Proportionalzähler, Die Messung natürlicher ^{14}C-Aktivitäten im —. Z 378.
Proteinasen, Hemmung von — durch Kallikrein-Inaktivatoren. Z 328.
Protuberanzen, Zur Bewegung von —. Z 139.
Psychische Beeinflussung, — — körperlicher Vorgänge. A 49.
Pupillenverengend, Neue Phosphorsäureester mit —er Wirkung. Z 353.
Pyridiniumbetaine, Konstitution, Lichtabsorption und reaktives Verhalten der farbigen —. Z 43.

Quarzquecksilberhochdruckbrenner, Ein Test zur Unterscheidung der biologischen Wirkung einer Kombinationsbestrahlung (Osram-Ultravitalux-Lampe) mit der eines —s. Z 555.

Radiofrequenzbereich, Linienemission der interstellaren Materie im —. Ber 372.
Raman-Spektren, Selbstregistrierung von —. Z 255, Z 325.
Raumladungen, Positive und negative elektrische — in atmosphärischer Luft bei Schönwetter. Z 376.
Reafferenz-Prinzip, — und Anpassung. Z 115.
Reaktionsketten, Genabhängige biosynthetische — und ihre Analyse. A 55.
Reaktivierung, Chemische — hitzeinaktivierter Hefen und Temperaturadaptation. Z 67.
Reaktivierung, Zur chemischen — von Bakterien. Z 112.
Redoxpotentiale, — aromatischer Nitroso-Hydroxylamin-Verbindungen. Z 159.
Reduktionsorte, Über den Nachweis von —n in Bazillen und Bakterien und ihren Zusammenhang mit den sogenannten Nukleoiden. A 128.
Reduktionsorte, Über den Zusammenhang von TTC- —n und sogenannten Nucleoiden bei Bakterien. Z 354.
Reflex, — und Verhaltensweise, Reflexempfindung und Gefühl. A 218.
Respiration, On the starting reactions in the — of the acetate by A. niger and E. coli. Z 353.
Rhythmus, Ein 24-Std- — des Herz- und Milzglykogens der weißen Ratte. Z 433.
Riboside, Die Trennung der — als komplexe Borsäuren an Austauschern. Z 87.
Röntgenspektrum, — und Bindungszustand. Die K_α-Fluoreszenzstrahlung des Schwefels. A 169.
Röntgenstrahlen, Zur quantitativen Phasenanalyse feinkörniger Gemische mit —. Z 82.
Röntgenstrahlinterferenzen, Vor 40 Jahren. Zur Entdeckung der —. A 361.
Röntgenstrahlen, Eine quantitative Prüfung der Theorie für die Interferenz-Erscheinungen bei —. A 368.
Röntgenstrahlen, Über den Homogenitätsgrad von —. Z 567.
Rückenmarksfrösche. Gibt es „bedingte Reflexe" bei —n? Z 92.
Rückenmarksfrösche, Weitere bedingte Reaktionen bei —n. Z 283.

Säugetierei, Die Entwicklungspotenzen einer isolierten Blastomere des Zweizellenstadiums im —. Z 355.
Säulenchromatographie, Über die Temperaturabhängigkeit der — von Elektrolytlösungen. Z 257.
Säulenplasma, Die Diffusionstheorie des —s. Ber 78.
Samen, Keimfähigkeit und Abgabe fluoreszierender Stoffe bei —. Z 213.
Samenkeimung, Untersuchungen über die Beeinflussung der — durch Kaltwasserextrakte aus der Blattstreu verschiedener Gramineen. Z 191.
Samenproteine, Die — der Gramineen und ihre Wandlungen beim Teigen und Backen. Z 135.
Schädlingsbekämpfung, Probleme der landwirtschaftlichen — in Peru. A 105.
Schädlingsplagen, Über die ökologische Bereinigung von — im Walde mit Hilfe der Roten Waldameise. A 97.
Schillerfarben, Wie entstehen die — der Federn? A 313, 576.
Schmetterlingsraupen, Die Umfärbung von — vor der Verpuppung (Untersuchungen an Cerura vinula). Z 213.
Schubverformung, Zur — von langen Kristallen. Z 505.
Schule, Naturwissenschaft und Arzt, Arzt und —. A 541.
Schule, Der Bildungswert der Naturwissenschaften und ihre Stellung in der —. A 531.
Schultagung, — der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Essen. A 529.
Schwangerenharn, Der Nachweis relativ großer Mengen 17-Hydroxycorticosteron (Comp. F) im —. Z 482.
Schwingungsbanden, Zuordnungskriterium für die — von UV-Absorptionsspektren. Z 81.
Secale africanum Stapf, Neue Untersuchungen an —. Z 136.
Sehmechanismus, — und Quantenstruktur des Lichtes. A 388.
Selbststerilität, Zur — von Fragaria viridis Duch. Z 572.
Serumalbumine, Zerschäumungsanalyse kristallisierter —. Z 88.
Serum-Eiweißfraktionen, Über die Neubildungsraten einzelner, getrennter — nach oraler Gabe von S^{35}-l-Methionin. Z 260.
Serum-Eiweißfraktionen, Über die Bindung des organischen Jods im Serum an einzelne —. Z 261.
Serumproteine, Die Bindung von Quecksilber an verschiedene reine und elektrophoretisch auf Filtrierpapier getrennte —. Z 451.
Siebröhren, Zur Mechanik der Stoffwanderung in den —. Z 207.
Silberpulver, Katalytische Aktivität und Oberfläche von —. Z 259.
Silikoseforschung, Neue Ergebnisse tierexperimenteller —. Z 332.
Sisyphus Schaefferi, Der Flug von —. Z 455.
Sonnenfinsternis, Beobachtungen der — vom 25. Februar 1952 im Sudan. Ber 199.
Sonnenüberwachung, —. Ber 28.
Spannungen, Zur Frage der Relaxation mechanischer —. Z 107.
Spiral patterns, — on salolcrystals. Z 547.
Spiralnebel, — als Sternsysteme. A 121.
Spitzenzähler, Nachweis metallkundlicher Umwandlungsvorgänge mit dem —. Z 399.
Statistischer Vergleich, Über den —n — einer Normalkurve und einer Prüfkurve. A 457.
Steroide, — mit verzweigter Seitenkette am Kohlenstoffatom 17. Z 327.
Stickstoffbindung, Die asymbiontische — durch Rhizobium leguminosarum (Pisum) auf Blutnährböden. Z 239.
Stickstoffbindung, Die asymbiontische — durch Rhizobium leguminosarum mit Hilfe anorganischer Katalysatoren. Z 287.
Stickstoffentladung, Das Zusammenwachsen von Kupferelektroden in einer —. Z 426.
Stoffwechselpathologie, Zur — des Portio-Scheidenkarzinoms. Z 214.

Strahlendosis, Messung der β- und γ- — von radioaktiven Stoffen in Röntgeneinheiten. Z 400.
Strahlenschädigung, Biologische Analyse der — von Drosophila-Eiern durch 180 kV-Röntgenstrahlen und ultraharte 31 MeV-Strahlen. A 485.
Stromleitung in Gasen, Über die gegenseitige Abgrenzung der unselbständigen und der selbständigen —. Z 186.
Struktur der Oberfläche, Die — des Bakt. megatherium. Z 455.
Szintillationszähler, Über die Wellenlängenabhängigkeit von —n im Röntgengebiet. Z 84.

Tages- und Dämmerungssehen, — von Froschlarven nach Aufzucht in verschiedenen Lichtbedingungen. Z 494.
Talitrus saltator, Die Sonne als Kompaß bei — (Montagu), (Amphipoda, Talitridae). Z 262.
Telegraphie, Aus der Kindheit der drahtlosen —. A 409.
Tetanustoxin, Über die entgiftende Wirkung von höhermolekularen ungesättigten Fettsäuren auf —. 1. Mitteilung. Z 235.
Thelytokie, Zur scheinbaren — der Ameisengattung Lasius. Z 433.
Thioharnstoff-Einschlußverbindungen, Die Struktur der hexagonalen —. Z 234.
Titannitrid, Oberflächenschichten aus —. Z 349.
Titrationsmethode, Eine direkte — für Alkaloidsalze, Aminophenazon und Antihistamine einschließlich quartärer Basen. Z 556.
Tonleitern, Die Spektren der — in geometrischer Darstellung. Z 83.
Triphenylalkalimetallverbindungen, Beiträge zur Kenntnis von — des Zinns und des Bleis. Z 450.
Trypsinverdauung, Der Einfluß von Gallensäuren und ähnlich wirkenden Stoffen auf die —. Z 262.
Tuberkelbakterien, Über die Veränderungen des intermediären Phosphatstoffwechsels unter Einwirkung von —, ihrer Chemotherapeutika und Antibiotika. 1. Mitteilung Z 502.
Tuberkulöse Herde, Die Hemmung des Zerfalls —r — mittels Phloridzin. (2. vorläufige Mitteilung). Z 503.
Tuberkelbakterien, Zur Hemmung der Resistenz von — gegenüber Chemotherapeutika und Antibiotika durch stoffwechselaktive Substanzen. (3. Mitteilung.) Z 504.
Tuberkulose, Zur experimentellen Chemotherapie der Isonicotinsäurehydrazid (INH)-resistenten —. Z 525.
Tumorzellen, Mitochondrien in — als Eigenkörper. Z 91.
Tumorzellen, Über das Studium der Mitochondrien der —. 2. Mitteilung. Z 192.
Tumorzellen, Zur Rolle der Mitochondrien in —. Z 267.

Ultraschall, Über die Wirkung akustischer Detektoren bei niederfrequent moduliertem — in Gasen. Z 349.
Ultraschall, Die Geschwindigkeit des —es in menschlichen und tierischen Geweben. Z 491.
Ultraschallabsorption, Messung der — im menschlichen Schädelknochen und ihre Abhängigkeit von der Frequenz. Z 21.
Ultrasonic, — absorption in various organic liquids at 15 mc/s. Z 483.
Ultrasonic absorption, Determination of — in liquids at 5 mc/s from thermal considerations. Z 544.
Ultrastrahlung, Die Neutronenkomponente der —. Ber 149.
Uncertainty relation, Heisenberg's — as a case of stochastic dependence. Z 350.
Ungenauigkeitsrelation, Stochastischer Abhängigkeitscharakter der Heisenbergschen —. Z 568.

Vaccinevirus, Enzymatisch-morphologische Untersuchungen am —. Z 306.
Variabilität, Die — des Lebendigen. A 177, A 195.
Verdampfungsgeschwindigkeit, Zur Theorie der — fester Körper. Z 107.
Verdampfungskoeffizient, Der — des Kaliums zwischen 66 und 111° C. Z 131.
Veresterungsgeschwindigkeit, Über die — der 3(β)-Oxy-$\Delta^{5,6}$-ätiocholensäure und der 3(β)-Oxy-$\Delta^{5,6}$-cholensäure. Z 352.
Viren, Glomeruläre und tubuläre Nephrose der Säuglingsmaus nach experimenteller Infektion mit — der Coxsackie-A-Gruppe. Z 71.
Vitamin B_6, Einfluß von — (Pyridoxin) und Pyridoxalphosphat auf die Dopadecarboxylase tierischer Organe. Z 235.
Vitamin B_6, Aktivierung und Hemmung der Histidincarboxylase durch — (Pyridoxin). Z 266.
Vitamin B_{12}, Über die Wirkung von — auf die experimentelle Diphtherietoxikose des Goldhamsters. Z 484.
Voltaspannungen, — von Zinkoxyd-Anlaufschichten verschiedener Herstellungstemperaturen. Z 187.

Wärmeaktivierung, — „spontan"-inaktiver und UV-inaktivierter Colibakterien. Z 113.
Wärmeaktivierung, — von Coli-Bakterien nach Inaktivierung durch UV-bestrahlten Bouillon-Agar. Z 383.
Wärmeleitvermögen, Über das — künstlich hergestellter Graphitstifte bei Temperaturen zwischen 3300 und 3700° K. Z 568.
Weißer Sylvinit, Die stratigraphische Stellung des „—en —s" vom Kaliwerk „Niedersachsen" als zweites Oberes Jüngeres Kalilager (Unteres Begleitlager zum Riedellager) Z 402.
Wuchsstoff/Hemmstoffproblem, Das — der höheren Pflanze. A 1.
Wurzelknöllchen, Über Wesen und Bedeutung der Bakteroide in den — der Erbse. Z 66.
Wurzelknöllchen, Über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Hämoglobin-, Stärke-, Bakteroidvorkommen und Stickstoffbindung in den — der Erbse. Z 66.

Zählrohr, Ein in bezug auf die Röntgeneinheit wellenlängenunabhängiges Zählrohr. Z 233.
Zellkern, Der Funktionswechsel des —s im exokrinen Pankreasgewebe. Z 138.
Zellmorphologie, Die Wirkung des Isonikotinsäurehydrazids auf die — von Mykobakterien. Z 307.
Zellstoffwechsel, Makrometrie des —s sowie Ermittlung der oxybiotischen Schwellenwerte (Minimum, Optimum) nach dem gleichen methodischen Prinzip. Z 329.
Zink-Einkristallflächen, Zur Struktur dünner Zinkoxydschichten auf —. Z 487.
Zwillingsbildung, Schnittoperation im Insekten-Ei zum Nachweis komplementärer Induktion bei Zwillingsbildung. Z 356.
Zwillingsbildung, Über den Einfluß von Ordnung und Unordnung auf mechanische —. Z 546.
Zwillingsbildung, Mechanische — in Feldspäten in Abhängigkeit von Ordnung-Unordnung der Si/Al-Verteilung innerhalb des $(Si,Al)_4O_8$-Gerüstes. Z 546.

IV. Buchbesprechungen.

Advances in Enzymology and Related Subjects of Biochemistry (M. Kiese). 358.
Annual Review of Microbiology (W. Weidel). 310.

Bersin, Th., Kurzes Lehrbuch der Enzymologie (Grubhofer) 335.
Bonner, J., Plant Biochemistry (M. Steiner). 165.
Brumpt, E., und M. Neveu-Lemaire, Praktischer Leitfaden der Parasitologie des Menschen (C. Schlieper). 336.
Buxbaum, F., Grundlagen und Methoden einer Erneuerung der Systematik der höheren Pflanzen (W. Zimmermann). 408.

Candler, C., Modern Interferometers (M. Czerny). 360.
Doetsch, G., Handbuch der Laplace-Transformation. Bd. I (Rellich). 141.

Falkenhagen, H., Statistik und Quantentheorie (W. Kofink). 163.
Finkelnburg, W., Einführung in die Atomphysik (F. Sauter). 164.
Fischer, F. A., Grundzüge der Elektroakustik (F. Trendelenburg). 435.
Fischer, H., Vorlesungen über organische Chemie (R. Huisgen) 93.
Fischer, M. H., und W. J. Suer, Der kolloide Aufbau der lebenden Substanz (H. Engelhard). 407.
Förster, Th., Fluoreszenz organischer Verbindungen (Pestemer). 94.

Frauenfelder, P., und P. Huber, Einführung in die Physik (H. Pick). 163.

Gebelein, H., Zahl und Wirklichkeit (J. Bartels). 434.
Gebelein, H., und H. J. Heite, Statistische Urteilsbildung (E. Ullrich). 92.
Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie (H. Remy). 119.
Groot, S. R. de, Thermodynamics of Irreversible Processes (G. U. Schubert). 406.
Gros Clark, W. E. le, und L. S. B. Leakey, The Miocene Hominoidea of East Africa. Fossil Mammals of Africa No 1 (G. Heberer). 167.
Guttenberg, H. v., Lehrbuch der allgemeinen Botanik (H. Fitting). 119.

Hasse, H., Vorlesungen über Zahlenwerte (M. Deuring). 24.
Hecht, H., Die elektroakustischen Wandler (K. Tamm). 407.
Hein, F., Chemische Koordinationslehre (O. Schmitz-du Mont). 435.
Henecka, H., Chemie der Beta-Dicarbonyl-Verbindungen (H. B. König). 164.
Herrmann, G., und S. Wagener, Die Oxydkathode (E. Krautz). 164.
Huber-Pestalozzi, G., Das Phytoplankton des Süßwassers; Systematik und Biologie (R. Harder). 436.
Hückel, W., Einführung in das Studium der Chemie (A. Schneider). 333.

Jebsen-Marwedel, H., Die Glasschmelze mikroskopisch gesehen (A. Dietzel). 408.

Kolkwitz, R., Ökologie der Saprobien (A. Rippel-Baldes). 167.
Kollmann, F., Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe (G. Becker). 357.
Kraus, E., Vergleichende Baugeschichte der Gebirge (E. Bederke). 288.
Kuenen, Ph. H., Marine Geology (C. W. Correns). 288.
Kümmel, K., Das mittlere Ahrtal (F. Firbas). 436.
Küpfmüller, K., Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung (A. Schoch). 435.
Kukuk, P., Geologie, Mineralogie und Lagerstättenlehre (D. Schachner). 435.
Kulp, M., Elektronenröhren und ihre Schaltungen (Severin). 407.

Lacmann, O., Die Photogrammetrie in ihrer Anwendung auf nicht-topographischen Gebieten (Gotthardt). 312.
Landolt-Börnstein, Zahlenwerte aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik Bd. I, Teil 2: Molekeln I (Kerngerüst). (E. Buchwald). 141.
London, F., Superfluids (M. v. Laue). 287.

McCord, C. P., and W. N. Witheridge, Odors—Physiology and Control (W. Carius). 94.
Masing, G., Lehrbuch der allgemeinen Metallkunde (U. Dehlinger). 142.
Meyer, K. H., und H. Mark, Makromolekulare Chemie (G. V. Schulz). 143.
Müller, G.-O., Praktikum der quantitativen chemischen Analyse (A. Schneider). 334.
Müller, O. H., The Polarographic Method of Analysis (Strehlow). 311.

Nes, K. van, and H. A. van Westen, Aspects of the Constitution of Mineral Oils (Gg. R. Schultze). 334.
Niethammer, A., M. Berninger und R. Krehl-Nieffer, Mikrobiologische Heilmittel (A. Rippel-Baldes). 166.

Paech, K., Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe (M. Steiner). 165.
Peters, H., Bestimmungsübungen an einheimischen Insekten (H. Ulrich). 144.
Pflier, P. M., Elektrische Meßgeräte und Meßverfahren (G. Zickner). 119.

Raaz, F., und H. Tertsch, Geometrische Kristallographie und Kristalloptik und deren Arbeitsmethoden (H. Winkler). 311.
Rabald, E., Corrosion Guide (G. Masing). 142.
Ramdohr, P., Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen (H. Schumann). 95.
Rauh, W., Unsere Sumpf- und Wasserpflanzen (F. Firbas). 24.
Rosenfeld, L., Theory of Electrons (K. Wildermuth). 93.
Rothmaler, W., Allgemeine Taxonomie und Chorologie der Pflanzen (F. Firbas). 72.

Salmang, H., Die Keramik, physikalische und chemische Grundlagen (K. Jasmund). 311.
Sauer, R., Einführung in die theoretische Gasdynamik (H. Ludwieg). 407.
Schanderl, H., Die Mikrobiologie des Weines (K. Rippel). 166.
Scheibe, A., Einführung in die allgemeine Pflanzenzüchtung (Michaelis). 288.
Schindewolf, O. H., Der Zeitfaktor in Geologie und Paläontologie (W. Simon). 359.
Schober, H., Das Sehen (Monjé). 310.
Schwarzenbach, G., Allgemeine und anorganische Chemie (R. Schwarz). 143.
Simpson, G. G., Zeitmaße und Ablaufformen der Evolution (H. Ulrich). 358.
Smith, G. M., Manual of Phycology. An Introduction to the Algae and their Biology (R. Harder). 336.
Strasburger, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, bearbeitet von H. Fitting, W. Schumacher, R. Harder und F. Firbas. (H. J. Bogen). 96.
Strecker, F., Praktische Stabilitätsprüfung mittels Ortskurven und numerischer Verfahren (W. Bader). 356.
Structure Reports for 1947—1948 (Vol. 11) (K. Schubert). 333.
Strutt, M. J. O., Verstärker und Empfänger (W. Kroebel). 142.

Titschack, E., Beiträge zur Fauna Perus (W. Hellmich). 408.

Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Photolaboratorien Agfa (H. König). 333.
Vickerstaff, Th., The Physical Chemistry of Dyeing (G. Schwen). 144.
Voelker, D., und G. Doetsch, Die zweidimensionale Laplace-Transformation (Rellich). 118.
Vogel, H., Die Antibiotika (Grubhofer). 335.

Waldmeier, M., Die Sonnenkorona I. (F. W. Jäger). 434.
Wein, H., Das Problem des Relativismus (H. Förster). 312.
Wessel, W., Kleine Quantenmechanik (C. F. v. Weizsäcker). 216.
Wheeler, L. P., Josiah Willard Gibbs (F. Sauter). 216
Whitehead, S., Dielectric breakdown of solids (F. Stöckmann). 360.
Wigglesworth, V. B. The principles of insect physiology (H. Autrum). 336.

Zentgraf, E., Waldbau (Th. Schmucker). 144.

nungsprozeß recht sorgfältig durchgeführt wird, bleiben die Bezirksmuster sehr gut erhalten. Man kann von den eingetrockneten Mustern nun nach dem in der Elektronenmikroskopie üblichen Verfahren einen Collodiumabzug machen. Dabei werden die Fe_3O_4-Teilchen, die sich über den Grenzen der WEISSschen Bezirke abgelagert haben, mit entfernt. Sie müssen in einem Salzsäurebad aus dem Lackabzug gelöst werden, bevor man diesen zur Vergrößerung der Kontraste mit Platin schräg bedampft und dann im Elektronenmikroskop beobachtet.

In Fig. 1 ist eine elektronenmikroskopische Aufnahme einer einfachen Bezirksstruktur wiedergegeben. Dabei verläuft durch die Mitte des Bildes von oben nach unten eine Kristallkorngrenze. Die Oberfläche des Kristallkornes auf der rechten Seite des Bildes ist nur wenig gegen eine (100)-Fläche geneigt, so daß hier einfache Blochwandstrukturen sichtbar werden. Die beiden auf diesem Teil der Figur sichtbaren Grenzlinien sind 90°-Wände. Man erkennt auf den sehr gerade verlaufenden Linien die einzelnen abgelagerten Eisenoxydteilchen.

Fig. 1. Elektronenmikroskopische Aufnahme von einzelnen Elementarbezirken der Magnetisierung.

Die Pfeile geben die Richtung der Magnetisierung in den Bezirken wieder. Die Oberfläche des linken Kristallkornes hat anscheinend eine größere Neigung zur (100)-Ebene, so daß hier keine einfachen Muster erwartet werden können.

Die Anwendung des Elektronenmikroskopes zur Untersuchung der Elementarbezirke der Magnetisierung wird vor allem dann wertvoll sein, wenn man bei Benutzung noch kleinerer kolloidaler Teilchen Einzelheiten des Blochwandverlaufes um Fremdkörper herum untersuchen will.

Für wertvolle Hilfe bei der Präparation danken wir Herrn cand. phys. F. HILBERT.

Jena, Technisch-Physikalisches Institut und Physikalisches Institut der Universität.

A. ECKARDT und B. ELSCHNER.

Eingegangen am 12. November 1952.

[1]) WILLIAMS, H. J., R. M. BOZORTH u. W. SHOCKLEY: Physic. Rev. **75**, 155 (1949).

Über den Homogenitätsgrad von Röntgenstrahlen.

In der Praxis werden Röntgenstrahlen im allgemeinen nicht durch die Spektralverteilung der Energie, sondern nur durch Angabe weniger charakteristischer Zahlen gekennzeichnet. Diese Zahlenangaben werden aus im wesentlichen meßtechnischen Gründen auf die Messung der ionisierenden Wirkung der Strahlung in Luft bezogen[1]). Als wichtigste Kenngröße wird die Halbwertschicht (HWS) der Strahlung in gewissen Standardmaterialien angegeben. Bei Strahlen, die mit Röntgenröhrenspannungen bis 100 kV erzeugt werden, benutzt man Aluminium, da einerseits der mit der 3. Potenz der Wellenlänge ansteigende Absorptionskoeffizient auch in dem kurzwelligen Teil des Spektrums dominiert und andererseits die K-Absorptionskante des Aluminiums außerhalb des mit abgeschmolzenen Röntgenröhren zugänglichen Bereiches liegt. Die Kennzeichnung des Spektrums durch die HWS ist nun allein nicht ausreichend, da es möglich ist, Strahlungen gleicher HWS mit geringerer Spannung und stärkerem Filter sowie mit höherer Spannung und schwächerem Filter zu erzeugen. Eine praktisch eindeutige Beschreibung ergibt sich durch die zusätzliche Angabe des Homogenitätsgrades (h = 1. HWS/2. HWS). Bisher wurde allgemein angenommen, daß bei zunehmender Aufhärtung der Strahlung (d.h. anwachsender HWS) durch Verstärkung des Filters die Strahlung auch zunehmend homogener wird, d.h. daß h monoton ansteigt und sich asymptotisch der 1 nähert. Dies ist jedoch nicht mehr richtig, wenn man als Strahlenquelle eine Röhre mit sehr geringer Eigenfilterung benutzt (bei der z.B. das Strahlenaustrittsfenster aus vakuumdichten Beryllium- oder aus einem dünnen Glimmerblättchen besteht). Bei der genauen Messung[2]) der Aluminium-Schwächungskurven an einer Röhre mit 1,5 mm starkem Beryllium-Fenster wurde nämlich gefunden, daß die Strahlung einen recht hohen Homogenitätsgrad hat. Bei zunehmender Filterung nimmt h zunächst ab, um nach Durchlaufen eines Minimums wieder anzusteigen (Fig. 1; in der Figur ist als Abszisse nicht die Filterstärke, sondern die 1. HWS genommen, die monoton mit der Filterstärke zunimmt). Der bisher bekannte Verlauf stellt sich also erst nach einer gewissen Mindestfilterung ein. Für andere nicht zu niedrige Spannungen ergeben sich ähnliche Kurven, die um so höher liegen, je niedriger die erzeugende Spannung ist. Die Lage des Minimums hängt nur schwach von der erzeugenden Spannung ab. Die qualitative Deutung dieses merkwürdigen Befundes ergibt sich aus einer Kritik des Meßverfahrens. Durch die rasch mit zunehmender Wellenlänge

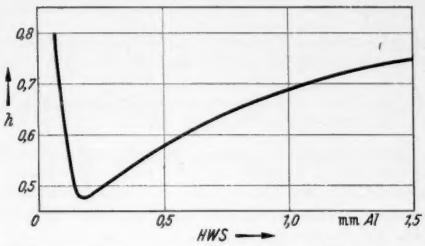


Fig. 1. Homogenitätsgrad in Abhängigkeit von der Halbwertschicht bei 50 kV.

ansteigende Absorption der Strahlung in dem Röhrenfenster und in dem Luftweg zwischen der Röhre und der Ionisationskammer wird das Spektrum an der langwelligen Seite ziemlich steil abgeschnitten. Andererseits wird gerade durch die Zunahme der Luftabsorption, die ja zur Messung benutzt wird, dieser Teil bei der Dosismessung gegenüber der Energieverteilung stark überbewertet. Das Dosisspektrum (gemessen in Röntgen) ist also ein kontinuierliches Spektrum, bei dem der Hauptteil der Dosis in einem relativ schmalen Frequenzbereich am langwelligen Ende enthalten ist. In dem Maße, in dem die Dosis in diesem Frequenzbereich weggefiltert wird, wird das Spektrum zunächst scheinbar inhomogener, da auf den kürzerwelligen Anteil, der viel weniger durch das Filter geschwächt wird, ein wachsender Bruchteil der Gesamtdosis entfällt. Erst wenn der Dosisanteil, der auf den Teil des Spektrums entfällt, dessen Energie durch die Wellenlängenabhängigkeit der Luftabsorption bei der Dosismessung wesentlich überbewertet wird, gegenüber der im übrigen Teil des Spektrums enthaltenen Dosis zurücktritt, ergibt sich die mit stärkerer Filterung zunehmende Homogenisierung der Strahlung.

Laboratorium der C. H. F. Müller A-G., Hamburg.

E. ZIELER.

Eingegangen am 21. Oktober 1952.

[1]) Die an die Messung der Luftionisation angeschlossene Einheit, das „Röntgen" (r), ist definiert als eine solche Strahlenmenge, daß die mit ihr verbundene Korpuskularemission, bezogen auf 0,001 293 g Luft, Ionen beider Vorzeichen erzeugt, welche eine freie Elektrizitätsmenge 1 e. s. E. mit sich führen. — Die in „Röntgen" gemessene Strahlenmenge wird, dem medizinischen Sprachgebrauch entsprechend, als „Dosis" bezeichnet. Nähere Diskussion des Dosisbegriffs siehe z.B. bei R. W. POHL, Dosierung von Röntgenlicht, Naturwiss. **38**, 147 (1951).

[2]) Gemessen wurde mit einer Parallel-Platten-Kammer mit Bleiblende ohne materiellen Verschluß. Der Abstand der Blende von dem eigentlichen Meßvolumen war so groß, daß ein Einfluß der von dem Blendenrand ausgehenden Streustrahlung oder Photoelektronen bei den benutzten Spannungen auf das Meßergebnis nicht mehr meßbar war.

Stochastischer Abhängigkeitscharakter der Heisenbergschen Ungenauigkeitsrelation.

In einer Arbeit von G. HERDAN[1]) wird auf das Verhältnis der HEISENBERGschen Unbestimmtheitsrelation und der statistischen Korrelation hingewiesen. Wir gewinnen eine tiefere Einsicht in dieser Frage, wenn wir die von SCHRÖDINGER[2]) herrührende allgemeine Form der HEISENBERGschen Relation berücksichtigen und wenn wir auch die für MARKOFFsche Prozesse gültige Unbestimmtheitsrelation[3]) in Betracht ziehen. Auf dieser Grundlage fußend, werden wir im folgenden drei, auf verschiedenen Gebieten gültige, Formen der Unbestimmtheitsrelation untersuchen.

Als Ausgangspunkt wählen wir die allgemeinste Form[4]) der SCHWARZschen Ungleichung:

$$\int f^* f \, d\mathfrak{y} \cdot \int g^* g \, d\mathfrak{y} \geq \left| \int f^* g \, d\mathfrak{y} \right|^2, \tag{1}$$

hier sind $y_1, y_2, \ldots, y_n$ die Koordinaten und $d\mathfrak{y} = dy_1 dy_2 \ldots dy_n$. Wir wenden die Gl. (1) auf folgende drei Fälle an: 1. Es sei $w(\mathfrak{y}, t)$ eine beliebige Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (t die Zeit). In diesem Falle soll (1) auf die Funktionen $f = y_i \sqrt{w}$, $g = y_k \sqrt{w}$ bzw. $f = (y_i - \bar{y}_i)\sqrt{w}$, $g = (y_k - \bar{y}_k)\sqrt{w}$ Anwendung finden. 2. Im Falle MARKOFFscher Prozesse, wobei $\mathfrak{c}_l$ die l-te Komponente der stochastischen Geschwindigkeit und $\mathfrak{c}_l$ der entsprechende Operator[5]) ist: $f = y_j \sqrt{w}$, $g = \frac{1}{\sqrt{w}} \mathfrak{c}_l w$ bzw. $f = (y_j - \bar{y}_j)\sqrt{w}$, $g = \frac{1}{\sqrt{w}} (\mathfrak{c}_l - \bar{\mathfrak{c}}_l) w$. 3. Es seien A und B die quantenmechanischen Operatoren zweier beliebiger[2]) Größen; Ψ sei die Wellenfunktion. In diesem Falle gilt $f = A\Psi$, $g = B\Psi$ bzw. $f = (A - \bar{A})\Psi$, $g = (B - \bar{B})\Psi$.

Wir bezeichnen das Moment zweiter Ordnung mit σ, das zentrale Moment zweiter Ordnung mit Δ:

$$\sigma_i^2 = \int y_i^2 w \, d\mathfrak{y}, \qquad (\Delta y_i)^2 = \int (y_i - \bar{y}_i)^2 w \, d\mathfrak{y}.$$

Analog definieren wir σ_A, σ_B, ΔA, ΔB, $\sigma_{\mathfrak{c}_l}$, $\Delta\mathfrak{c}$ usw. Durch Einsetzung der entsprechenden Werte gelangen wir zu den folgenden Relationen: Im Falle 1.

$$\sigma_i^2 \sigma_k^2 \geq \left| \overline{y_i y_k} \right|^2, \qquad (\Delta y_i)^2 \cdot (\Delta y_k)^2 \geq \left| \overline{y_i y_k} - \bar{y}_i \bar{y}_k \right|^2, \tag{2}$$

das heißt

$$-1 \leq r_{ik} = \frac{y_i y_k}{\sigma_i \sigma_k} \leq +1; \quad -1 \leq R_{ik} = \frac{\overline{y_i y_k} - \bar{y}_i \bar{y}_k}{\Delta y_i \Delta y_k} \leq +1.$$

Im Falle 2.

$$\sigma_{y_j}^2 \cdot \sigma_{\mathfrak{c}_l}^2 \geq \left| \overline{y_j \mathfrak{c}_l} \right|^2, \qquad (\Delta y_j)^2 (\Delta \mathfrak{c}_l)^2 \geq \left| \overline{y_j \mathfrak{c}_l} - \bar{y}_j \bar{\mathfrak{c}}_l \right|^2, \tag{3}$$

$$-1 \leq r_{y_j \mathfrak{c}_l} = \frac{\overline{y_j \mathfrak{c}_l}}{\sigma_{y_j} \sigma_{\mathfrak{c}_l}} \leq +1,$$

$$-1 \leq R_{y_j \mathfrak{c}_l} = \frac{\overline{y_j \mathfrak{c}_l} - \bar{y}_j \cdot \bar{\mathfrak{c}}_l}{\Delta y_j \cdot \Delta \mathfrak{c}_l} \leq +1.$$

Im Falle 3. [Problem von SCHRÖDINGER[2])]

$$\sigma_A^2 \cdot \sigma_B^2 \geq \left| \overline{AB} \right|^2, \qquad (\Delta A)^2 \cdot (\Delta B)^2 \geq \left| \overline{AB} - \bar{A} \cdot \bar{B} \right|^2, \tag{4}$$

$$-1 \leq r_{AB} = \frac{\overline{AB}}{\sigma_A \cdot \sigma_B} \leq +1,$$

$$-1 \leq R_{AB} = \frac{\overline{AB} - \bar{A} \cdot \bar{B}}{\Delta A \cdot \Delta B} \leq +1.$$

Sind A und B kanonisch konjugierte Veränderliche und gilt somit

$$AB - BA = \frac{h}{2\pi i},$$

dann ist z. B.[2])

$$(\Delta A)^2 \cdot (\Delta B)^2 \geq \left| \frac{\overline{AB + BA}}{2} - \bar{A} \cdot \bar{B} \right|^2 + \left(\frac{h}{4\pi} \right)^2. \tag{5}$$

Wir sehen, daß die Unbestimmtheitsrelation in allen drei Fällen in völlig gleicher Form Gültigkeit hat; wir sehen auch, daß diese Relation genau die Tatsache zum Ausdruck bringt, daß der Wert des Korrelationskoeffizienten (r und R) in das Intervall $(-1, +1)$ fällt.

Gleichzeitig mit dieser Übereinstimmung finden sich auch Verschiedenheiten, da die in den Relationen auftretenden Mittelwerte teilweise Mittelwerte von zufälligen Größen, teilweise aber Mittelwerte von Operatoren sind. Im Falle 1. treten nur zufällige Größen auf, in den Fällen 2. und 3. hingegen gleichzeitig zufällige Größen und Operatoren. Natürlich geht z. B. Fall 3. in 1. über, wenn A und B die Bedeutung von Koordinaten zugeschrieben wird. Auch in diesem Falle ist der Korrelationskoeffizient von Null verschieden (z. B. in bezug auf die Koordinaten x, y des Elektrons des H-Atoms); außer dem von der speziellen Form der Wahrscheinlichkeitsdichte abhängigen Teil [Formel (5)] tritt aber hier nicht auch noch eine universelle Konstante auf. Eine Ausnahme bildet der Fall, in welchem die zufälligen Größen voneinander unabhängig sind, es gilt dann nämlich $r = R = 0$. Die Operatoren sind natürlich nur formal als zufällige Größen zu betrachten, und solange wir statt der Operatoren nicht gleichwertige zufällige Größen einführen, kann nur von einer bloßen formalen Analogie, nicht aber von einem wahrscheinlichkeitstheoretischen Problem die Rede sein. Mit der Methode, die es ermöglicht, sämtliche Fälle auf eigentliche wahrscheinlichkeitstheoretische Probleme zurückzuführen, habe ich mich in einer früheren Arbeit schon beschäftigt[3]), und auch in später erscheinenden Arbeiten werde ich diese Frage erörtern.

Ich möchte nur noch darauf hinweisen, daß die an Stelle der Operatoren einzuführenden zufälligen Größen jedenfalls von den zufälligen Größen $y_1, y_2, \ldots, y_n$ abhängig sind, so daß die für diese Fälle gültigen Unbestimmtheitsrelationen im wesentlichen so gut wie nichts aussagen. Die Funktion $x = x(y_1, y_2, \ldots, y_n)$ sagt nämlich über den Zusammenhang zwischen x und einem beliebigen y_i viel mehr aus als der Korrelationskoeffizient, der eine „stochastische Abhängigkeit" ausdrückt.

Debrecen (Ungarn), Institut für theoretische Physik der Kossuth Lajos Universität.

I. FÉNYES.

Eingegangen am 23. Oktober 1952.

[1]) HERDAN, G.: Naturwiss. **39**, 350 (1952).
[2]) SCHRÖDINGER, E.: Berl. Ber. **1930**, 296.
[3]) FÉNYES, I.: Z. Physik **132**, 80 (1952).
[4]) MARGENAU, H., u. G. M. MURPHY: Mathematics of Physics and Chemistry, S. 131. New York 1949.
[5]) FÉNYES, I.: Z. Physik **132**, 86 (1952).

Über das Wärmeleitvermögen künstlich hergestellter Graphitstifte bei Temperaturen zwischen 3300 und 3700° K.

Bei der Herstellung von Lichtkohlestiften wird gemahlenes Kohlepulver, Ruß oder dergleichen mit einem Bindemittel zusammengepreßt und dann gebrannt. Dieser Brennprozeß erfolgt bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen (grob 1000° C). Dabei entsteht ein restlos unorientiertes, zusammengesintertes Gemisch von Kohlekörnern. Durch das sog. „Graphitieren", ein langdauerndes Glühen bei wesentlich höheren Temperaturen entstehen die „graphitierten" Kohlen. Dabei erfolgen Umlagerungen, die wahrscheinlich zu größeren, kristallographisch ausgerichteten Bereichen führen. Beobachtungen der beim Brennen wegfliegenden größeren Kohleteile scheinen diese Ansicht zu bestätigen[1]). Diese Ausrichtung führt nach dem Wiederabkühlen zu einer stark erhöhten elektrischen und thermischen Leitfähigkeit. In käuflichen Graphitelektroden finden sich vereinzelt Lunker. Wenn der Abbrennvorgang diese Lunker anschneidet, so erscheinen sie auf der heißen Kraterfläche als dunklere Stellen. Man kann durch Stereophotographie sowohl die Tiefe dieser Löcher im Krater, wie auch ihre Leuchtdichte messen. Berücksichtigt man die Strahlungsschwärzung, so kann man die Temperatur des Lochbodens ermitteln. Aus den verschieden tiefen Löchern kommt man dann zu einer Temperaturverteilung $T(x)$ im Inneren der Kohle. Dabei läßt sich abschätzen, daß durch die kleinen Löcher das Temperaturfeld in der Kohle nicht nennenswert verändert wird.

Da man außerdem den axialen Wärmestrom q an Hand einer Energiebilanz abschätzen kann, läßt sich das Wärmeleitvermögen (WLV) λ ermitteln nach $q = \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \cdot F$, worin F der ebenfalls bekannte Kohlequerschnitt ist.

Man erhält für elektrographitierte Lichtkohlen (RINGSDORFF-Spektralkohle I und II) im Temperaturgebiet von 3150 bis 3700° K die in Tabelle 1 angegebenen Werte.

Diese Wärmeleitfähigkeiten sind an beiden Kohlesorten identisch innerhalb der Streuung. Dagegen sind die bei Zimmertemperatur für Spektralkohle I etwa 0,57 W/cm Grad und für Spektralkohle II 0,28 W/cm Grad, also stark unterschiedlich. Die beiden Kohlen sind aus verschiedenen Aus-

Tabelle 1.

Temperatur °K	WLV W/cm Grad	Temperatur °K	WLV W/cm Grad
3150	0,2	3545	0,1
3315	0,17	3575	0,086
3420	0,13	3700 ± 20	0,057 ± 0,03
3450	0,14	3700—4000	wesentlich kleiner, bei etwa 0,006
3480	0,12		
3520	0,11		

gangsmaterialien hergestellt; Sorte I ist wesentlich grobkörniger. Wahrscheinlich kommt die höhere Wärmeleitung in dieser Kohle durch die größeren, ausgebildeten Kristallite zustande.

Der starke Abfall zwischen 3150 und 3700° K ist wahrscheinlich im wesentlichen durch eine Gefügeauflockerung bedingt. Die (poröse) Kohle vergrößert hier ihr Volumen sehr stark. Diese Dichteabnahme ist bei der grobkörnigen Kohle stärker, so daß beide Kohlen bei hohen Temperaturen etwa gleiche WLV haben.

Oberhalb von 3700° fällt das WLV nochmals um rund eine Zehnerpotenz. Da bei 3700° K von FAJANS u. a. bereits früher ein Schmelz- oder Umwandlungspunkt vermutet worden ist, liegt es nahe, diesen Punkt für das starke Absinken des WLV verantwortlich zu machen.

Braunschweig, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule.

JOACHIM EULER.

Eingegangen am 11. November 1952.

[1]) Herrn Prof. FINKELNBURG danke ich für einen Hinweis, wonach auch bei Scheibenelektroden kristallographische Vorzugsrichtungen auftreten können.

Empirische Funktion zur Berechnung der Normalentropie von Gasen und dampfförmigen Verbindungen.

R. R. WENNER[1]) fand, daß für alle Gase und Dämpfe, die die gleiche Anzahl Atome in der Molekel besitzen, der Logarithmus der Normalentropie linear mit dem Logarithmus des Molekulargewichts wächst. Sind S°_{298} die Normalentropie und M das Molekulargewicht, kennzeichnet ferner z die Zahl der Atome in der Molekel, so gilt:

$$\log S^\circ_{298} = a_z \log M + \log b_z\,. \tag{1}$$

a_z und b_z sind Konstanten, deren Zahlenwert für jedes z gesondert bestimmt werden muß.

Es wurde nun gefunden, daß sich sämtliche Geraden, mit Ausnahme von $z = 1$, ziemlich genau in einem Punkt mit den Koordinaten $M = 10$ und $S^\circ_{298} = 40$ schneiden und ihre Neigungen proportional mit dem Logarithmus von z zunehmen. Die Normalentropie kann somit durch eine Gleichung der Form

$$\log \frac{S^\circ_{298}}{40} = \log \frac{M}{10}\,(c \log z + d) \tag{2}$$

dargestellt werden, in der c und d Konstanten sind. Ihr numerischer Wert läßt sich graphisch durch Auftragen von $\frac{\log (S^\circ_{298}/40)}{\log (M/10)}$ gegen $\log z$ bestimmen. Es wurde gefunden für $c = 0{,}243$ und $d = 0{,}075$. Somit wird

$$\log \frac{S^\circ_{298}}{40} = \log \frac{M}{10}\,(0{,}243 \log z + 0{,}075)\,. \tag{3}$$

Tabelle 1. *Normalentropien gasförmiger Molekeln.*

Verbindung	Formel	z	Mol.-Gew.	S°_{298} exp.	S°_{298} Gl. (3)	ΔS
Wasserstoff	H_2	2	2,02	31,2	31,6	+ 0,4
Fluor	F_2	2	38,00	48,6	48,7	+ 0,1
Wasser	H_2O	3	18,02	45,1	44,8	− 0,3
Blausäure	HCN	3	27,03	47,9	48,4	+ 0,5
Ammoniak	NH_3	4	17,03	46,0	45,0	− 1,0
Dicyan	C_2N_2	4	52,04	57,6	57,6	0,0
Borwasserstoff	B_2H_6	8	27,69	55,3	54,0	− 1,3
Aceton	$(CH_3)_2CO$	10	58,08	70,1	70,0	− 0,1
Nonan	C_9H_{20}	29	128,25	120,0	120,0	0,0
Tetrafluormethan	CF_4	5	88,01	62,4	68,1	+5,7
Cyclopentan	C_5H_{10}	15	70,13	70,7	80,8	+10,1
Tetramethylmethan	C_5H_{12}	17	72,15	73,2	83,8	+10,6

In Tabelle 1 sind eine Anzahl nach Gl. (3) berechneter Normalentropien den zugehörigen experimentellen Werten gegenübergestellt.

Die Entropien der vorwiegend linearen Molekeln werden am besten wiedergegeben, während die der kugel- bzw. scheibenförmigen Molekeln zum Teil ganz erheblich abweichen. Aber auch sie lassen sich in gleicher Weise darstellen, wenn sie für sich gesondert behandelt werden. Es ergeben sich auch hier Geraden, die sich in einem Punkt schneiden, nur hat dieser die etwas abweichenden Koordinaten $M = 10$ und $S^\circ_{298} = 35{,}1$. Darauf aufbauend ergibt sich die Gleichung

$$\log \frac{S^\circ_{298}}{35{,}1} = \log \frac{M}{10}\,(0{,}243 \log z + 0{,}075)\,. \tag{4}$$

Überraschenderweise wurden bei der graphischen Auswertung für c und d praktisch die gleichen Werte wie für die linearen Molekeln gefunden. Einige nach Gl. (4) berechnete Normalentropien kugelförmiger Molekeln und die zugehörigen experimentellen Werte sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. *Normalentropien kugel- bzw. scheibenförmiger Molekeln.*

Verbindung	Formel	z	Mol.-Gew.	S°_{298} exp.	S°_{298} Gl. (4)	ΔS
Natrium	Na	1	22,997	36,7	37,3	+0,6
Arsen	As	1	74,91	41,6	40,8	−0,8
Thallium	Tl	1	204,39	43,2	44,0	+0,8
Tetrafluormethan	CF_4	5	88,01	62,4	59,8	−2,6
Cyclopentan	C_5H_{10}	15	70,13	70,7	71,0	+0,3
Tetramethylmethan	C_5H_{12}	17	72,15	73,2	73,6	+0,4

Darüber hinaus hat sich gezeigt, daß durch Gl. (4) auch die Normalentropien der einatomigen Gase befriedigend wiedergegeben werden.

Eine ausführliche Darstellung soll an anderer Stelle erfolgen.

Leuna, Kreis Merseburg.

GERHARD GEISELER.

Eingegangen am 30. Oktober 1952.

[1]) WENNER, R. R.: Thermochemical Calculations. New York: McGraw-Hill Book Company 1941.

On Bagchi's calculation of activity coefficients by the method of Gronwall and his collaborators.

Recently, in a note[1]), BAGCHI has started with a distribution formula, written from that deduced in the paper[2]) of DUTTA and BAGCHI, after introducing a correction for the volume actually occupied by water-molecules, and has calculated activity-coefficients by the method of GRONWALL, LA MER and SANDVED[3]). The starting formula in the note[1]) is written as

$$\left.\begin{aligned} n_r^{\pm} &= \frac{(1-w)\,(1-n_r^{\mp} b_{-+})/b_{\pm}}{e^{\nu_{\pm}+\varepsilon_{\pm}\psi_r/kT}+1} \\ &= \frac{n^{\pm}}{(1-n^{\pm}/N^{\pm})\,e^{\varepsilon z_{\pm}\psi_r/kT}+n^{\pm}/N^{\pm}} \end{aligned}\right\} \tag{1}$$

with

$$N^{\pm} = \frac{(1-w)\,(1-n_r^{\mp} b_{-+})}{b_{\pm}} \tag{2}$$

where ε, ψ, k, T have their usual significance; $z_{\pm}$ are the valencies of ions, $n_r^{\pm}$ are the number of ions per unit volume with potential energy $\varepsilon_{\pm}\,\psi_r$; $b_{\pm}$ are the effective volumes of exclusion of like ions and b_{-+} is those of unlike ions.

As BAGCHI[1]) puts his idea, the potential ψ of the field is given by POISSON's equation, which is again written as

$$\frac{d}{dr}\left(r^2 \frac{d\psi}{dr}\right) = \chi^2 r^2 \psi + \chi^2 r^2 \sum_{\nu=2}^{\infty} \Phi_\nu(\psi)\,; \tag{3}$$

where

$$\chi^2 = \frac{4\pi\varepsilon^2}{D\,kT} \sum_i n_i z_i^2 u_i\,, \tag{4}$$

(D being the dielectric constant),

$$\Phi_\nu(\psi) = (-1)^{\nu-1} \frac{\sum_i n_i z_i^{z+1} \left(\frac{\varepsilon}{kT}\right)^{\nu-1} {}_i\hat{p}_\nu \psi^\nu/\nu!}{\sum_i n_i z_i^2 u_i}, \tag{5}$$

$${}_i\hat{p}_\nu = \frac{1}{u_i}\left(1 - 2^\nu \frac{v_i}{u_i} + 3^\nu \frac{v_i^2}{u_i^2} - 4^\nu \frac{v_i^3}{u_i^3} + \cdots\right), \tag{6}$$

$$u_i = 1 - n_i/N_i, \qquad v_i = n_i/N_i. \tag{7}$$

BAGCHI has made his calculations[1]) with those equations by using the method of GRONWALL and his collaborators[3]).

Now the existing method of GRONWALL and his associates has been developed, when χ^2 is independent of ψ and $\sum \Phi_\nu(\psi)$ is strictly a power-series in ψ (*i. e.*, with coefficients independent of ψ). But in the above $N^\pm$ is a function of $n_r^\pm$ by the equation (2) and, consequently, is a function of ψ by the equation (3). Then, u_i's and v_i's being functions of $N^\pm$ by the equation (7), are functions of ψ and so are ${}_i\hat{p}_\nu$'s which are functions of u_i's and v_i's by the equation (6). Thus, neither χ^2 as defined in the equation (4), in independent of ψ nor $\sum \Phi_\nu(\psi)$ is strictly a power-series as the coefficients of powers of ψ are functions of ψ. Therefore, the direct application of the existing method of GRONWALL and others in the note[1]) does not appear to be justified. Either the said method is to be modified suitably or $N^\pm$ are to be shown as independent of ψ. Near about the end of the note[1]) in actual numerical evaluation, BAGCHI has taken $N^\pm$ as

$$N^\pm = \frac{(1-w)(1-n^\mp b_{+-})}{b_\pm}. \tag{8}$$

In the note[1]), nothing is said as a reason or as justification of the replacing of $n_r^\pm$ of the equation (3) by $n^\pm$ in the equation (8). Of course, if the equation (8) is correct, the procedure in the note[1]) is free from the above objection. Finally in the passing, it is to be mentioned that good agreements between the observed and the calculated values of activity coefficients can also be obtained[4]) by a method, in some respects similar to that in some previous papers of BAGCHI, from the formula, originally put forward in the paper[2]), without introducing corrections for volume actually occupied by water-molecules or for that by ions of different types.

Khaira Laboratory of Physics University College of Science and Technology, 92, Upper Circular Road, Calcutta-9 (India).

M. DUTTA.

Eingegangen am 20. November 1952.

[1]) BAGCHI, S. N.: Naturwiss. **39**, 299 (1952).
[2]) DUTTA, M., u. S. N. BAGCHI: Indian J. Physics **24**, 61 (1950). — BAGCHI, S. N.: J. Indian Chem. **27**, 133, 204 (1950).
[3]) GRONWALL, T. H., V. K. LA MER and K. SANDVED: Physik. Z. **29**, 358 (1928). — LA MER, V. K., T. H. GRONWALL and L. J. GREIFF: J. Physic. Chem. **35**, 2245 (1931).
[4]) DUTTA, M.: Naturwiss. **39**, 108 (1952).

Die Beziehung zwischen geschmolzenem Descloizit und synthetischem Bleiorthovanadat.

Im Verlauf einer Bestimmung der Kristallstruktur des Minerals Descloizit $Pb(Zn, Cu)[(OH)(VO_4)]$[1]) wurde untersucht, in welche Verbindungen der Descloizit übergeht, wenn ihm durch Erhitzen auf höhere Temperatur der gesamte OH-Gehalt entzogen wird. Zu diesem Zweck wurde feingepulverter Descloizit aus dem Otavi-Bergland, SW-Afrika, mehrere Stunden auf etwa 800° C erhitzt. Theoretisch stand zu erwarten, daß sich — außer Oxyden — Vanadate von Blei, Zink und Kupfer gebildet hatten nach der Gleichung:

$$4\,Pb(Zn, Cu)[(OH)(VO_4)] \rightarrow Pb_3(VO_4)_2 + Zn_3(VO_4)_2 \text{ bzw.}$$
$$Cu_3(VO_4)_2 + PbO + ZnO \text{ bzw. } CuO + 2\,H_2O.$$

Unter der Voraussetzung, daß bei dieser Temperatureinwirkung neben den Oxyden allein Orthovanadate stabil sind, wurde die Descloizitschmelze mit synthetisch dargestellten Orthovanadaten von Blei, Zink und Kupfer röntgenographisch (DEBYE-SCHERRER-Diagramme) verglichen. Da die durch die obige Gleichung wiedergegebenen stöchiometrischen Verhältnisse einen Gehalt der Descloizitschmelze an Bleiorthovanadat von 52,6% fordern, beschränkten sich die Untersuchungen im wesentlichen auf diese Verbindung. Der Vergleich der DEBYE-SCHERRER-Diagramme von geschmolzenem Descloizit und Bleiorthovanadat zeigt durch die gute Übereinstimmung der Diagramme, daß das Bleiorthovanadat im geschmolzenen Descloizit einmal gegenüber allen anderen in der Schmelze enthaltenen Verbindungen dominiert und zum anderen tatsächlich als 3:1-Orthovanadat vorliegt.

Nach dem Verfahren von NACKEN-KYROPOULOS[2]) gelang es, aus der Bleiorthovanadatschmelze Kristalle zu züchten, die eine eingehende strukturelle Bearbeitung der Verbindung gestatteten. Drehkristallaufnahmen um alle drei kristallographischen Achsen ließen einen hexagonalen Aufbau der Verbindung vermuten, da die Diagramme um zwei Achsen, die sich unter einem Winkel von 120° schneiden, einander gleich waren. Aus der Indizierung von WEISSENBERG- und DEBYE-SCHERRER-Diagrammen ergaben sich folgende Auslöschungsgesetze (hexagonale Beschreibung):

$(hkil)$ nur mit $h - k + l = 3n$ vorhanden,
$(hh2hl)$ nur mit $l = 3n$ vorhanden,
$(hh0l)$ nur mit $2h + l = 3n$ vorhanden.

Diese Auslöschungen entsprechen der rhomboedrisch-skalenoedrischen Raumgruppe $D_{3d}^5 - R\bar{3}m$. Die Verbindung $Pb_3(VO_4)_2$ ist charakterisiert durch folgende Daten:

Dichte: D gemessen (Auftriebsmethode) = 6,78,
D berechnet = 6,64.

Molekulargewicht: 831,53.

Hexagonale Elementarzelle:

$a_0 = 5{,}98$ Å $\quad c_0 = 20{,}50$ Å $\quad c_0/a_0 = 3{,}43$
$V = 634{,}8$ Å^3 $\quad N = 3{,}063 \sim 3.$

Rhomboedrische Elementarzelle:

$a_{rh} = 7{,}65$ Å $\quad \alpha = 46°02'$ $\quad V = 211{,}5$ Å^3
$N = 1{,}020 \sim 1.$

Bei der Bestimmung der Struktur und der Berechnung der teils visuell geschätzten, teils gemessenen (Zählrohrspektrometeraufnahmen) Reflexintensitäten wurde weitgehend die von ZACHARIASEN[3]) durchgeführte Bestimmung der Strukturen von Barium- und Strontiumorthophosphat zugrunde gelegt. Zwischen Bleiorthovanadat und den Orthophosphaten von Barium und Strontium bestehen enge Isotypiebeziehungen[4]). Bei Einsetzung folgender Punktlagen und Parameter (rhomboedrische Aufstellung) wurde gute Übereinstimmung zwischen den beobachteten (bzw. gemessenen) und berechneten Intensitäten der Reflexe erzielt:

Pb_I in 000; $\quad 2\,Pb_{II}$ in $\pm xxx$ mit $x = 0{,}208$;
$2\,V$ in $\pm xxx$ mit $x = 0{,}412$;
$2\,O_I$ in $\pm xxx$ mit $x = 0{,}335$;
$6\,O_{II}$ in $\pm xxz$; xzx; zxx $\quad x = 0{,}282 \quad z = 0{,}750$.

Eine ausführliche Beschreibung der Struktur und der Untersuchungen ist für die Abhandlung des Neuen Jahrbuches für Mineralogie usw. vorgesehen. Die Arbeit wurde durch großzügige Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaften ermöglicht. Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. W. KLEBER.

Mineralogisch-Petrologisches Institut der Universität Bonn.

H. G. BACHMANN.

Eingegangen am 18. November 1952.

[1]) BACHMANN, H. G.: Acta crystallogr. **1952**.
[2]) NACKEN, R.: Neues Jb. Mineral., Geol. Paläont. **133** (1915). KYROPOULOS, S.: Z. anorg. Chem. **154**, 308 (1926).
[3]) ZACHARIASEN, W. H.: Acta crystallogr. **1**, 263 (1948).
[4]) BACHMANN, H. G., u. W. KLEBER: Acta albertina **20**, 204 (1952).

Über die quantitative Bestimmung von Isonicotinsäurehydrazid.

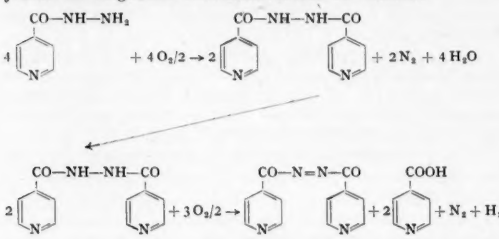
Das Tuberculostaticum Isonicotinsäurehydrazid*) (I) wird in Körperflüssigkeiten und ähnlichem meist kolorimetrisch bestimmt [1–6]). Zur quantitativen Bestimmung von I in Substanz oder in arzneilichen Zubereitungen (Tabletten) ist eine jodometrische und bromatometrische Titrationsmethode angegeben worden [11]). Wie eigene Versuche ergaben, läßt sich I rasch und quantitativ durch Titration mit $KMnO_4$ bestimmen. Dazu werden pro Mol I 3,5 Äquivalente Permanganat in schwefelsaurer Lösung verbraucht (vgl. Tabelle 1).

Über den Reaktionsverlauf kann Endgültiges noch nicht ausgesagt werden. In Analogie zu Beobachtungen von STOLLÉ [7]), CURTIUS [8]) und MOHR [9]), die den oxydativen Abbau von Benzhydrazid mit Jod bzw. HgO und $KMnO_4$ studierten, sowie in Anlehnung an eine Beobachtung von DARAPSKY [10]),

Tabelle 1.

	Einwaage an I	Gefunden	% Fehler
1.	0,0842 g	0,0836 g	−0,7 %
2.	0,0530 g	0,0528 g	−0,4 %
3.	0,0530 g	0,0525 g	−0,9 %
4.	0,0810 g	0,0815 g	+0,6 %
5.	0,0810 g	0,0804 g	−0,8 %
6.	0,0405 g	0,0403 g	−0,5 %
7.	0,1066 g + 0,2 g Isonicotinsäure	0,1060 g	−0,5 %

nach der bei Einwirkung von alkalischer Hypochloritlösung auf Benzhydrazid auch „Dibenzoyldiimid" gebildet wird, wäre jedoch an folgenden Reaktionsverlauf zu denken:



Bei diesem Reaktionsverlauf würden 3,5 Äquivalente Permanganat zur Titration von 1 Mol I verbraucht werden.

Daß der von WOJAHN[11]) angegebene Reaktionsverlauf für die jodometrische Bestimmung bei schneller Titration in natronalkalischer Lösung in unserem Falle nicht zutrifft, ergibt sich aus der Tatsache, daß auch bei Zusatz von Isonicotinsäure zu I der Permanganatverbrauch sich in keiner Weise ändert (vgl. Tabelle 1, Ziffer 7).

Die Titrationen werden zweckmäßigerweise wie folgt durchgeführt: Eine 80 bis 160 mg-%ige wäßrige Lösung von I, die mit 10% ihres Volumens an 20%iger Schwefelsäure versetzt wird, wird in der Kälte mit n/10 $KMnO_4$-Lösung bis zur 10 sec bestehen bleibenden Rosafärbung titriert. Gegen Ende der Titration können einige Tropfen einer 0,2%igen Diphenylamin-Schwefelsäure zur besseren Erkennung des Umschlages zugesetzt werden. An Stelle von $KMnO_4$ können auch n/10 Kaliumdichromatlösung (Diphenylamin-Schwefelsäure als Indikator) zur Titration verwendet werden, wobei jedoch vier Äquivalente Sauerstoff für ein Mol I verbraucht werden.

Ausführliche Mitteilung erfolgt an anderer Stelle.

Pharmazeutisches Institut der Universität Freiburg i. Br.

K. W. MERZ und M. SCHIRM.

Eingegangen am 8. November 1952.

*) Für die Überlassung von Rimifonsubstanz sind wir der Firma Hoffmann-La Roche zu besonderem Dank verpflichtet.

[1]) KELLY, J. M. u. R. B. POET: Amer. Rev. Tubercul. **65**, 484 (1952).
[2]) BALLARD, C. W., u. P. W. SCOTT: Chem. a. Industr. **1952**, 715.
[3]) RUBIN, S. H., L. DREKTER, J. SCHEINER u. E. DE RITTER: Dis. Chest **21**, 439 (1952).
[4]) KIRSCHBAUM, A., Pharmac. Acta Helvetiae **27**, 229 (1952).
[5]) WRIGLEY, F.: Pharmaceut. J. **1952**, 251.
[6]) WOLLENBERG, O.: Klin. Wschr. **1952**, 906.
[7]) STOLLÉ, R.: J. prakt. Chem. **66**, 332 (1902).
[8]) CURTIUS, Th.: J. prakt. Chem. **50**, 278 (1894).
[9]) MOHR, E.: J. prakt. Chem. **70**, 282 (1904).
[10]) DARAPSKY, A.: Ber. dtsch. chem. Ges. **40**, 3037 (1907). — J. prakt. Chem. **76**, 448, 466 (1907).
[11]) WOJAHN, H.: Arzneimittel-Forsch. **2**, 324 (1952).

Über die Farbe des ätherischen Öles von *Artemisia absinthium* L. und das Proazulen.

In einer bereits erschienenen Arbeit[1]) wurde erstmals der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Ausbeute an Azulen und ätherischem Öl bei der Schafgarbe eingehend beschrieben und unter anderem festgestellt, daß durch Verwendung einer 1/10 n-Schwefelsäure statt des bisher üblichen „neutralen" Wassers die lange Destillationszeit auf mindestens die Hälfte verkürzt werden kann. Interessant war auch die Beobachtung, daß im schwach alkalischen Bereich nur noch ein farbloses, also azulenfreies ätherisches Öl übergeht. Es war nun naheliegend, die mit stark proazulenhaltigen Schafgarben erhaltenen Befunde auf andere „Azulendrogen" zu übertragen.

Besonders interessante Ergebnisse wurden bei *Artemisia absinthium* L. (Frischdroge, die eine positive EP-Reaktion gibt)[9]) gefunden:

1. Ein orangebraunes Wermutöl wird bei der bisher üblichen Destillation mit Leitungs- oder destilliertem Wasser (p_H 4,5 bis 6,5) erhalten; dieses Öl gibt mit EP-Reagens[2]) eine Blaufärbung.

2. Ein grünes Öl kann gewonnen werden, wenn man zur Destillation statt Wasser eine 1/10 n-Schwefelsäure verwendet.

3. Ein blaues Öl entsteht bei der Verwendung von 1/2 n-Schwefelsäure.

4. Ein farbloses Öl bildet sich bei der Destillation im alkalischen Bereich (bei Verwendung einer Aufschlämmung von Kalziumhydroxyd oder schwacher Kalilauge). Dieses Öl gibt keine positive EP-Reaktion. Aus der gleichen Droge kann nach Zusatz einer entsprechenden Menge Säure ein blaues Öl erhalten werden.

Das Ergänzungsbuch zum Deutschen Arzneibuch[3]) bemerkt über *Oleum Absinthii* unter anderem: „Wermutöl ist eine dicke Flüssigkeit, meist dunkelgrün, manchmal auch blau oder braun gefärbt." Es wird nun klar, wie diese verschiedenen Farben zustande kommen.

Die orangebraune Farbe ist wahrscheinlich dem orangefarbenen Kohlenwasserstoff $C_{15}H_{20}$ (Sdp. 127° C) zuzuschreiben, der von ŠORM, VONAŠEK und HEROUT[4]) isoliert und als „Chamazulenogen" bezeichnet wurde. Der Stoff muß also, da er von den genannten Autoren aus dem Wermut*öl* gewonnen wurde, wasserdampfflüchtig sein. — Die grüne, besser schmutziggrüne Farbe erklärt sich zwanglos als Mischfarbe der orangefarbenen Verbindung mit dem blauen Azulen.

Interessant ist auch die Tatsache, daß der bittere Geschmack der Wermutdroge[5]) im alkalischen Milieu (Salzform?) praktisch nicht mehr vorhanden ist, im sauren Bereich jedoch nach Erwärmen sofort wieder auftritt[10]). Engere Zusammenhänge zwischen bitterstoffartigen Heterosiden, Proazulen und ätherischem Öl sind wahrscheinlich[6]).

Nach den bisherigen Versuchen darf wohl angenommen werden, daß die Proazulene der Schafgarbe, der Kamille und des Absinths chemisch zwar ähnlich, aber nicht identisch sind. Gemeinsam ist ihnen die relativ große Stabilität im alkalischen Bereich; verschieden sind die Spaltungsbedingungen: bei Kamille neutral oder ganz schwach sauer, bei Schafgarbe 1/10 n-Schwefelsäure, bei Absinth 1/2 n-Schwefelsäure. Zur vorläufigen Unterscheidung der genuinen Proazulene wird vorgeschlagen, jeweils den ersten Buchstaben des Artnamens (Epitheton: wie z. B. Chamomilla, Millefolium, Absinthium) vor das Wort Proazulen zu setzen, nämlich C-Proazulen für Kamille, M-Proazulen für Schafgarbe und A-Proazulen für Absinth.

Die Befunde sind unter anderem für die Pharmakologie und die Wertbestimmung der proazulenhaltigen Schafgarben- und Kamillenpräparate von größerer Bedeutung. Es wird nun verständlich, weshalb Auszüge von Kamille und Schafgarbe (Fluidextrakte und wäßrige Auszüge), die in der Hauptsache Proazulen enthalten[7]), [8]), bei oraler Applikation wirksam werden können (vgl. hierzu NEUWALD und WEGNER). Im sauren Bereich des Magensaftes (1/10 n-Salzsäure) wird das M- und C-Proazulen in kurzer Zeit in Azulen und unter Umständen in wasserlösliche blaue[8]) bzw. grüne Farbstoffe [vgl. Farbstoff der EP-Reaktion[2])] übergeführt.

Eine ausführliche Darstellung dieser und anderer Ergebnisse ist in Vorbereitung. Die Arbeiten werden weitergeführt.

Karlsruhe, Botanisches Institut der Technischen Hochschule.

EGON STAHL.

Eingegangen am 1. November 1952.

[1]) STAHL, E.: Pharmaz. Ind. **14**, 262, 308 (1952).
[2]) STAHL, E.: Inaug.-Diss. Karlsruhe 1952.
[3]) Ergänzungsbuch zum Deutschen Arzneibuch, 6. Aufl., S. 360. Neudruck 1948.
[4]) ŠORM, F., F. VONAŠEK u. V. HEROUT: Coll. Czechoslov. chem. Commun. **14**, 91 (1949). Nach dem Referat von SCHIMMEL, Ber. v. Variochem VVB **1950**, 121.
[5]) SENGER, O.: Arch. Pharmazie **230**, 94 (1892). — BOURGET, P.: Bull. Soc. Chim. **19**, 127 (1898). — ADRIAN, M., u. A. TRILLAT: Bull. Soc. Chim. **19**, 242 (1898).
[6]) BODE, H. R.: Planta **30**, 567 (1939/40).
[7]) NEUWALD, F.: Süddtsch. Apotheker-Ztg. **88**, 362 (1948).
[8]) WEGNER, E.: Arch. Pharmaz. Ber. dtsch. pharmaz. Ges. **283/55**, 127 (1950).
[9]) EP-Reagens[2]) — eine Lösung von 0,25 % p-Dimethylaminobenzaldehyd in einer Mischung von 50 Teilen Eisessig, 5 Teilen o-Phosphorsäure 85 % und 45 Teilen Wasser — ergibt beim Erwärmen mit proazulenhaltiger Schafgarbe, Kamille und Absinth eine blaue bzw. grüne Färbung.
[10]) Eine Feststellung, die für die medizinische Applikation von Wermutpräparaten in Zukunft unter Umständen nicht ohne Bedeutung sein wird.

Zur Selbststerilität von *Fragaria viridis* DUCH.

Vorläufige Mitteilung.

Zum Teil in dreijähriger Wiederholung durchgeführte Selbstungsversuche an verschiedenen Sippen von *Fragaria viridis* (stets rein zwittrig) haben ergeben, daß alle bisher auf Selbststerilität geprüfte Sippen [= Klone[1])] selbststeril sind. Hierauf beruhen sehr wahrscheinlich die häufigen Angaben in Floren, daß *Fr. viridis* unvollständig diözisch sei bzw. weibliche und männliche Blüten besitze [vgl. KNUTH[2]) u.a.]. Fehlender Ansatz bei isolierten Selbststerilitäts-Sippen an natürlichen Standorten kann ohne weiteres zu derartigen Schlüssen Anlaß gegeben haben.

Von den bekannten diploiden Arten der Gattung *Fragaria* ist Selbststerilität weiterhin von *Fr. nipponica* MAK. bekannt [LILIENFELD[3])]. Hierzu sei bemerkt, daß man geneigt ist, *Fr. nipponica* auch wegen anderer Merkmale phylogenetisch nahe zu *Fr. viridis* zu stellen. Kürzlich begonnene Kreuzungsversuche an einer *Fr. viridis* ebenfalls nahestehenden Art aus dem Himalaya (cf. *Fr. nubicola* LINDL.) lassen erkennen, daß

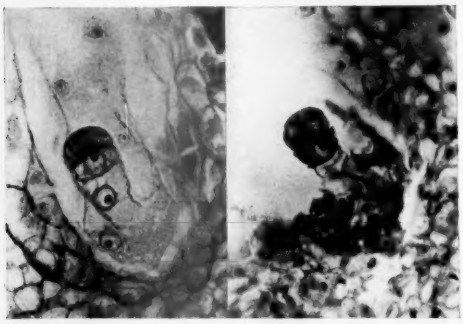


Fig. 1. Fremdbestäubung nach 4 Tagen. 3-zelliger Proembryo (links); Längsteilung der terminalen Zelle, Beginn der Embryobildung (rechts).

auch bei dieser mittelasiatischen Art mit Selbststerilität gerechnet werden muß.

Im ganzen sind bisher 23 *viridis*-Sippen verschiedener geographischer Herkünfte untersucht worden, und zwar fünf aus Südschweden, eine aus Hiddensee, zwei aus der Umgebung von Berlin, eine vom Kyffhäuser, acht aus der Umgebung von Nebra, Schulpforta und Bad Kösen, eine aus der Umgebung von Erfurt und fünf Sippen aus der Umgebung von Jena.

Alle Sippen setzen auch bei künstlicher Selbstung nicht an, dagegen weisen die Pflanzen sowohl bei freiem Abblühen als auch nach Bestäubung der Sippen untereinander (noch nicht alle Kombinationen geprüft) fast 100% Ansatz auf.

Entwicklungsphysiologisch beruht die Selbststerilität auf einer Sistierung des Pollenschlauchwachstums im eigenen Griffelgewebe (Selbstbestäubung). Bestäubungsversuche und anschließende histologische Untersuchungen an Dauerpräparaten haben gezeigt, daß nach Selbstung einzelne Pollenschläuche in 24 Std ungefähr $^3/_4$ der Griffellänge durchwachsen haben. Der Hauptteil der Pollenschläuche stellt schon vorher — etwa auf der halben Griffellänge — das Wachstum ein. Auch nach 7 *d* sind die Pollenschläuche nicht weiter gewachsen; die ♀ Gametophyten beginnen zu diesem Zeitpunkt zu degenerieren. Dieses Verhalten ist bisher bei drei Sippen verschiedener geographischer Herkünfte (Schlieberoda, Schulpforta und Kotte/Südschweden) festgestellt worden.

Nach Fremdbestäubung haben die Pollenschläuche das Griffelgewebe innerhalb von 48 Std fast vollständig durchwachsen. Nach 4 *d* hat in fast allen Nüßchen die Befruchtung stattgefunden, Proembryonen und erste Stadien der Embryobildung (eingeleitet durch Längsteilung der terminalen Zellen der Proembryonen) sind sichtbar (Fig. 1).

Die experimentell-genetischen Untersuchungen zur Aufdeckung des Vererbungsmodus der Selbststerilität bei *Fr. viridis* werden durch die Ausläuferbildung der Erdbeeren begünstigt. Es besteht so die Möglichkeit, Einzelpflanzen zeitlich unbegrenzt am Leben zu halten und in beliebigem Maße zu vermehren.

Als vorläufige Ergebnisse dieser Untersuchungen können folgende Beobachtungen mitgeteilt werden: 176 F_1-Pflanzen aus der Kreuzung *viridis* Sippe 1076 (Jena) × *viridis* Sippe 3692 (Hiddensee) und reziprok sind mit 3 bis 5 Blüten auf Selbststerilität geprüft worden. Nur 9,5% der Pflanzen hatten, meist nur an einer Scheinbeere, 1 bis 3 Nüßchen angesetzt (Normalansatz 60 bis 90). Ein Teil der Nüßchen erwies sich jedoch als taub (Parthenocarpie). Der Prozentsatz der Ansatzpflanzen erniedrigt sich dadurch auf fünf. Besser wählt man aber zur genauen Charakterisierung der Selbstfertilität [Pseudofertilität im Sinne von EAST und PARK[4])] als Bezugsgröße die zur Befruchtung möglichen Samenanlagen. Bei drei Blüten mit durchschnittlich je 75 Samenanlagen stehen den elf fertilen Nüßchen rund 40000 Samenanlagen gegenüber. Rechnet man mit einer Bestäubungswahrscheinlichkeit von 75%, so haben nur 0,03% der Samenanlagen nach Selbstung Samen ergeben. Wenn man die Möglichkeit einer Fremdbestäubung ausschließt, könnte für die Entstehung der Selbstungsnüßchen eine mutative Änderung der Selbststerilitätsfaktoren angenommen werden.

62 in diesem Jahr durchgeführte Kreuzungen haben ergeben, daß die bisher geprüften F_1-Pflanzen mit beiden Eltern Ansatz ausbilden. In den Kreuzungen $F_1 \times F_1$ treten fertile und sterile Kombinationen auf. In allen Kreuzungsrichtungen wurden keine reziproken Unterschiede festgestellt.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt.

Institut für Geschichte der Kulturpflanzen, Deutsche Forschungshochschule, Berlin-Dahlem.

GÜNTER STAUDT.

Eingegangen am 12. November 1952.

[1]) Als Klon wird die vegetative Nachkommenschaft eines Individuums bezeichnet.

[2]) KNUTH, P.: Handbuch der Blütenbiologie, Bd. 2/1, S. 366 ff. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1898.

[3]) LILIENFELD, F. A.: Jap. J. Botany 4, 425 (1933).

[4]) EAST, E. M., u. J. B. PARK: Genetics 2, 505 (1917).

Die „Copula" der Oribatiden (Moosmilben).

Die Oribatiden bilden zusammen mit den Collembolen die häufigsten und verbreitetsten Bewohner der Bodenstreu und obersten Bodenschichten, wobei ihre große Artenzahl im Gegensatz zu der der Springschwänze steht, die weniger Arten besitzen, dafür aber in größerer Individuenzahl auftreten.

Die „Copula" der Oribatiden konnte bisher noch nicht beobachtet werden. Es lag die Vermutung nahe, die unter dem Vorderende der Analverschlußklappen entspringende, nach vorne hin sich trichterförmig erweiternde Röhre mit der „Bursa copulatrix" der Acaridiae zu homologisieren[1]), durch die dann eine direkte Samenübertragung stattfinden würde.

Im Rahmen einer biologischen Arbeit über einige Arten der Oribatiden konnte aber festgestellt werden, daß es sich bei diesen Milben um eine indirekte Samenübertragung handelt, die ganz analog derjenigen ist, die SCHALLER[2]) bei den Collembolen beobachten konnte und die unter den Copulationsmodi sämtlicher Acari dem „Arrenurus-Typus" der Hydrachnellen am nächsten kommt.

Bei den Versuchstieren handelt es sich um drei Arten der Gattung Belba: B. geniculosa, B. clavipes und B. gracilipes. Diese Milben wurden in den von SCHALLER[2]) angegebenen Gipskammern von 1 cm³ Inhalt aus Eiern gezüchtet, wobei ihnen mit Pleurococcus bewachsene Rindenstückchen als Nahrung dienten. Die postembryonale Entwicklung, die stark umweltbedingt ist, dauerte bei den beiden kleineren Arten unter günstigen Bedingungen etwa 3 bis 4 Monate, während sie bei B. geniculosa rund doppelt so lange dauerte.

Eine Dauerbeleuchtung der Versuchstiere erübrigte sich, da diese durchaus keine negative Phototaxis zeigten und selbst bei starkem künstlichem Licht nicht in ihrem normalen Verhalten abwichen, sofern man dafür Sorge trug, daß die Tiere nicht durch die Lichtquelle erhöhter Temperatur ausgesetzt wurden.

Zur Beobachtung der Begattung wurden die Belbiden, deren Geschlecht durch sekundäre Merkmale nicht zu unterscheiden ist, zu mehreren in einer Kammer zusammengebracht. Die Tiere wanderten zunächst regellos in der Kammer herum, ihre Umgebung eifrig mit dem vordersten Beinpaar abtastend. Sie nahmen dabei ihre gewöhnliche Gehstellung ein, bei der der Körper des Tieres parallel zum Untergrund liegt, mit seiner Ventralfläche fast über den Boden hinwegstreichend

(Fig. 1). Die Ablage einer Spermatophore wurde nun dadurch eingeleitet, daß von Zeit zu Zeit eine männliche Belbide — sie wurde erst nachträglich durch die Spermatophorenablage als Männchen erkannt — ruhig auf ihrem Platz beharrte, die distalen Enden ihrer Beine an den Körper anwinkelte und ihre Genitalklappen öffnete. Mit dem Penis wurde dann auf dem Untergrund ein hyalines Stielchen befestigt, das in der Weise ausgezogen wurde, daß das Männchen die beiden letzten Beinpaare, besonders das lange 4. Beinpaar allmählich immer mehr streckte, das Proterosoma dabei gleichzeitig senkte, so daß es schließlich mit seiner Ventralfläche fast senkrecht zum

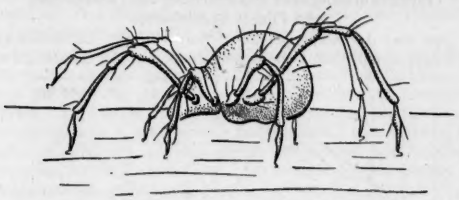


Fig. 1. Belba in normaler Gehstellung.

Untergrund zu stehen kam (Fig. 2a). Sobald in dieser Stellung das eigentliche Spermatröpfchen aus der Genitalöffnung erschien, nahm das Männchen seine Gehbewegung wieder auf, die nunmehr freistehende Spermatophore zurücklassend.

Ein Männchen kann viele solche Spermatophoren absetzen. So wurden bei einem Tier innerhalb von 4 Tagen über 30 Stück gezählt. Charakteristisch für die Spermatophoren aller drei Belbaarten ist ein wellenförmiges Auslaufen des sonst geraden Stielchens in der Nähe des Spermatröpfchens, wodurch sie sich leicht von Pilzsporangien unterscheiden lassen (Fig. 2b).

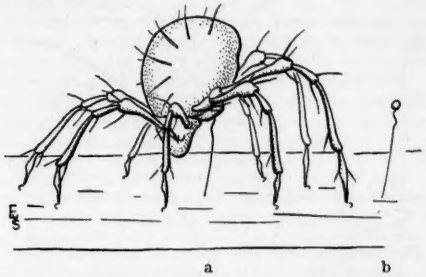


Fig. 2a. Stellung einer männlichen Belba beim Absetzen einer Spermatophore.

Fig. 2b. Eine Spermatophore. Länge des Spermatophorenstieles bei: B. geniculosa etwa 0,9 mm; B. gracilipes etwa 0,7 mm. Durchmesser des Samentropfens bei: B. geniculosa etwa 0,12 mm; B. gracilipes etwa 0,075 mm.

Die Aufnahme des Spermatröpfchens durch das Weibchen erfolgte dadurch, daß dieses bei geöffneter Genitalspalte über die Spermatophore hinwegstrich und das „Köpfchen" in ihre Genitalöffnung aufnahm, worauf sich die Genitalklappen wieder schlossen und das Tier das zurückbleibende hyaline Stielchen der Spermatophore verließ. Die auf diese Weise befruchteten Weibchen legten bald darauf Eier.

Der bei Belba relativ kurze Ovipositor blieb durch die offenstehenden Genitalklappen verdeckt, so daß seine Funktion bei der Aufnahme des Spermatröpfchens nicht beobachtet werden konnte. Man kann aber mit Sicherheit annehmen, daß die Aufnahme durch den Ovipositor erfolgt, der sich mit seinen drei zusammenlegbaren Endzipfeln ausgezeichnet dazu eignet, das „Köpfchen" abzureißen.

Der Paarungsvorgang ist bei den drei Arten der gleiche, nur daß B. geniculosa entsprechend ihrer Größe auch bedeutend größere Spermatophoren absetzt als die beiden anderen Arten.

Eine analoge Samenübertragung bei den phylogenetisch nicht verwandten Oribatiden und Collembolen sowie bei den Pseudoskorpionen[3]) wird zunächst sehr verwunderlich erscheinen. Vielleicht läßt sie sich aber aus den gleichen Lebensbedingungen dieser Tiere heraus erklären.

Eine ausführliche Beschreibung des Fortpflanzungsmodus wird an anderer Stelle folgen.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Mainz.

FRANZ PAULY.

Eingegangen am 29. Oktober 1952.

[1]) VITZTHUM, H.: Acarina in Klassen und Ordnungen des Tierreiches, S. 449. 1940.

[2]) SCHALLER, F.: Naturwiss. **39**, 48 (1952).

[3]) KEW (1912): Zit. nach C. FR. ROEWER, Pseudoskorpione in Klassen und Ordnungen des Tierreiches, S. 215. 1937.

Untersuchungen zum Häutungszyklus der Ringelnatter unter p-Oxypropiophenon.

Sieben einheimische Ringelnattern (Natrix natrix natrix) erhielten p-Oxypropiophenon (Px). Die Verabreichung geschah folgendermaßen: Kleinere bis mittelgroße Frösche, denen das abgewogene Präparat tief in den Schlund geschoben worden war, gelangten alsbald zur Verfütterung an die vorgesehenen Tiere; eventuell nach mehr als 1 Std noch nicht angenommene Frösche wurden wieder ausgeschieden. Erbrochen wurde nichts.

Schlangen weisen bekanntlich einen im allgemeinen regelmäßigen Häutungszyklus auf. Bei unseren Exemplaren betragen die Intervaile von Häutung zu Häutung durchweg 3 bis 5 Wochen; jedoch können gelegentlich — aus Gründen, die hier noch nicht erörtert werden sollen — Verschiebungen nach unten oder auch nach oben beobachtet werden. Unter „Häutung" ist das mechanische Abstreifen der schlauchförmig zusammenhängenden oberen, „alten" Epidermisschicht zu verstehen (Natternhemd der Sage). Diesem Vorgang geht eine Phase von 7 bis 12 Tagen voraus, während welcher (gekennzeichnet durch eine zunächst zunehmende, gegen Ende wieder abklingende, charakteristische Trübung am ganzen Schlangenkörper einschließlich der Augen) die eigentliche Ablösung von der unteren, „neuen" Epidermisschicht vollendet worden ist. Das Ganze wird am zweckmäßigsten als „Häutungsphase" zu bezeichnen sein (unseres Wissens gibt es dafür noch keinen feststehenden oder treffenderen Terminus technicus).

Die nächstliegendste Frage war die, ob durch Px auf den Zyklus oder auf den Ablauf einzelner Häutungsphasen Einfluß genommen werden kann. Da bei den betreffenden Vorgängen ja der Schilddrüse bzw. dem Thyroxin wesentliche Bedeutung zugeschrieben zu werden pflegt, mußte auf Grund der dem Px nachgesagten hemmenden Eigenschaften hinsichtlich des thyreotropen HVL-Hormons solche Beeinflussung als möglich erwogen werden. An unserem Beobachtungsmaterial (es handelt sich um durchweg als ausgewachsen zu betrachtende, geschlechtsreife Weibchen) konnte allerdings keinerlei signifikante Verschiebung in der Periodizität oder abweichende Verlaufsform der Häutungsphasen beobachtet werden. An Kontrollen stand ein Vielfaches der Versuchstiere zur Verfügung. Hingegen waren bemerkenswerte Veränderungen in der Intensität der Grundfärbung einzelner Tiere nach den Px-Applikationen zu verzeichnen.

Ein 200 g schweres Tier hatte 7 Tage vor zu erwartendem Beginn einer Häutungsphase die (außerordentlich hohe) Einzeldosis von 100 mg Px erhalten (= 0,5 g/kg). Nach Überwindung einer anfänglichen, heftigen Intoxikation erfolgte 16 Tage später termingerecht die Häutung, die eine erhebliche Aufhellung der Grundfarbe erkennen ließ; das früher in frisch gehäutetem Zustand dunkelgrünoliv gefärbte Tier zeigte nunmehr eine sehr hellgrüne Farbe. Inzwischen — seit etwa 6 Monaten — ist zwar allmähliches Nachdunkeln zu verzeichnen, jedoch kann von einer Restitutio quoad colorem noch nicht gesprochen werden.

Zwei weitere Tiere von 120 g waren innerhalb von 10 bzw. 11 Tagen in regelmäßigen Abständen jedes mit einer Gesamtdosis von 120 mg Px in 4 bzw. 5 Einzelgaben gefüttert worden (= insgesamt 1,0 g/kg — oder: 0,10 bzw. ~0,09 g/kg pro die). Ohne sichtbare Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens wurden die Häutungen wieder entsprechend der Regel verzeichnet; hiernach konnte auch bei diesen Exemplaren die Grundfarbe als deutlich aufgehellt befunden werden, wenngleich nicht so ausgeprägt wie bei dem zuvor zitierten.

Eine vierte, 160 g wiegende Ringelnatter hatte innerhalb von 15 Tagen in 2 bis 3tägigen Abständen 7mal je 24 mg Px zu sich genommen (= insgesamt 1,05 g/kg — oder: 0,07 g/kg pro die). Die alsbald regelrecht einsetzende Häutungsphase verlief wie bei allen anderen Tieren ohne Besonderheiten; hier vermochte nach der Häutung lediglich eine fragliche Aufhellung in der Grundfarbe registriert zu werden.

Die drei anderen Tiere hatten — bei allerdings geringerer Dosierung — Veränderungen in keiner Weise erkennen lassen.

Zusammenfassend darf daher gesagt werden, daß unter den von uns gewählten Versuchsbedingungen durch peroral verabfolgtes p-Oxypropiophenon bei der Ringelnatter nach entsprechend hoher Dosierung die Grundfarbe dieser Tiere in markanter Weise aufgehellt zu werden vermag, während der Häutungszyklus durch dieses Mittel nicht beeinflußt werden kann.

Aus der Universitäts-Hautklinik Köln (Direktor: Prof. Dr. VONKENNEL).

J. HALBERKANN.

Eingegangen am 6. November 1952.

Zur Ultraschall-Orientierung der Fledermäuse.

In der Arbeit von F. P. MÖHRES in dieser Zeitschrift[1]) ist festgestellt worden, daß die Fledermäuse vom Rhinolophiden-Typ verhältnismäßig lange Ultraschallimpulse von sehr konstanter Frequenz aussenden. Die Dauer der Impulse ist so bemessen, daß sich ausgesandter und empfangener Impuls unter allen Umständen zeitlich überschneiden. Eine Antwort auf die Frage, wie die Rhinolophiden nun trotz der Überschneidung von Suchlaut und Echo Distanzen sicher messen können, kann durch Berücksichtigung des DOPPLER-Effektes gegeben werden. Nähert sich die Fledermaus einem Hindernis, so ist die Frequenz des Echos um die DOPPLER-Frequenz f_d größer. f_d ist angenähert gleich $2 \cdot v_r \cdot f_0/c$ (v_r = Relativgeschwindigkeit zwischen Fledermaus und Hindernis; f_0 = Frequenz des ausgesandten Impulses; c = Schallgeschwindigkeit). Dadurch, daß Suchlaut und Echo um die DOPPLER-Frequenz voneinander verschieden sind, werden sie für das Tier leicht unterscheidbar, und so betrachtet wäre das Entfernungsmeßsystem der Rhinolophiden dem der Vespertilioniden sehr ähnlich.

Die Ausnutzung des DOPPLER-Effektes bringt eine ganze Reihe praktischer Möglichkeiten, die zur Erklärung der deutlich besseren Orientierungsleistung der Rhinolophiden herangezogen werden können. Als Wichtigstes wäre zu nennen: Empfindlichkeitssteigerung durch Frequenzfilter. Durch Verminderung der Hörfähigkeit für die Frequenz des ausgesandten Impulses ließen sich die Wahrnehmungsintensitäten für den ausgesandten Ton der Frequenz f_0 und den empfangenen Ton der Frequenz $f_0 + f_d$ einander angleichen, was zu einer erheblichen Empfindlichkeitssteigerung führen müßte. Einen Schritt weiter kann man noch gehen, indem man annimmt, daß die Fledermaus *nur* den Schwebungston (in diesem Fall die DOPPLER-Frequenz f_d) hört, daß also die Ultraschallaute im Hörzentrum nicht erscheinen. Zur Stützung dieser Annahme muß man hinzufügen, daß die Größe von f_d ein direktes Maß für die Annäherungsgeschwindigkeit an das Hindernis bzw. an die Beute ist. Eine Besonderheit des DOPPLER-Peilsystems liegt schließlich noch darin, daß es die ruhende Fledermaus für alle Objekte, die im Raume stillstehen, „blind" macht. Nur bewegte Gegenstände können aus der Ruhelage wahrgenommen werden.

Bezüglich des Richtstrahlers ist zu bemerken, daß das Schallbündel durch Verschiebung der Schwingungsphase am Austritt der beiden Nasentrichter um jeden Winkel geschwenkt werden kann, womit dem Tier die Möglichkeit gegeben wäre, einen regelrechten „Suchstrahl" loszulassen. Dieser ersparte das Kopfschwenken und würde es erlauben, mit einem Impuls einen ganzen Streifen auszutasten. Der Kopf würde demnach erst dann gedreht, wenn die Aufmerksamkeit in eine bestimmte Richtung gelenkt wird.

Auch bei den Vespertilioniden kommt es zu einer Überlagerung von Ultraschallimpulsen, und zwar dann, wenn das Hindernis näher als 35 cm liegt. Da die Impulse dieser Fledermäuse erstens frequenzmoduliert und zweitens außerordentlich kurz sind, scheidet der DOPPLER-Effekt von vornherein aus der Betrachtung aus. Jedoch ist der Schwebungston, der sich bei der Überlagerung frequenzmodulierter Impulse ausbildet, ein Maß für die Entfernung. Je tiefer dieser Ton, desto näher das Hindernis. Durch geeignete Variation der Frequenzmodulation kann die Meßfähigkeit für ganz nahe Hindernisse (unter 5 cm) und für solche, die an der oberen Grenze des Nahmeßbereiches liegen (zwischen 25 und 35 cm) beträchtlich verbessert werden. Es rückt damit in den Bereich des Möglichen, daß sich die Vespertilioniden zweier Meßverfahren bedienen, je nachdem ob sie ferne oder nahe Hindernisse anpeilen.

Nach dem Vorangegangenen besteht guter Grund zu der Annahme, daß die Leistungs- und Anpassungsfähigkeit des Ultraschall-Peilsystems der Fledermäuse noch weit über das hinausgehen, was man bisher erkannt hat. Weitere Forschungen dürften hier ein ergiebiges Feld finden.

Buenos Aires (Argentinien).

C. KLEESATTEL.

Eingegangen am 15. November 1952.

[1]) MÖHRES, F. P.: Naturwiss. 39, 273 (1952).

Elektrophysiologische Untersuchung des Farbensehens von Fliegen (Calliphora).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Unterscheidbarkeit spektraler Farben[1]). Zu diesem Zweck

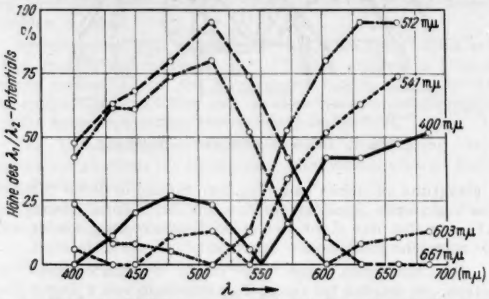


Fig. 1. Höhe der Belichtungspotentiale bei Gegeneinanderflimmern gleichwirksamer Lichter der Wellenlängen λ_1 und λ_2 (λ_1/λ_2-Potentiale) in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ_2 des variablen Lichtes für die Vergleichswellenlängen (Parameter): $_1$ = 400, 512, 541, 603 und 661 mμ. Abszisse: Wellenlänge λ_2 in mμ. Ordinate: Höhe des Flimmerpotentials in relativen Einheiten.

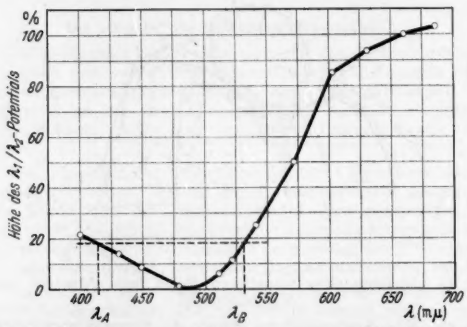


Fig. 2. Mittelwerte aus 24 Kurven von λ_1/λ_2-Potentialen. Die Kurven wurden sämtlich durch Transformation (s. Text) in die Kurve für die Vergleichswellenlänge 490 mμ überführt. Diejenigen Wellenlängen, bei denen die Kurve gleiche Ordinatenhöhen hat, ergeben gegeneinander geflimmert kein λ_1/λ_2-Potential (z. B. λ_A und λ_B). Abszisse: Wellenlänge λ_2 in mμ. Ordinate: Höhe des λ_1/λ_2-Potentials für die Vergleichswellenlänge 490 mμ in % des Wertes bei 661 mμ.

wurden die Farben in pausenlosem Wechsel rhythmisch nacheinander dem Auge geboten, nachdem zuvor ihre Wirkung auf das Auge (die Helligkeit) gleich groß gemacht worden war. Die Wirkung wurde an den Belichtungspotentialen beobachtet[2]). Zwei Lichtbündel mit gemeinsamer Endstrecke wurden von einer Sektorenscheibe alternierend so unterbrochen, daß das eine Lichtbündel in demselben Maße freigegeben wie das andere abgedeckt wurde. Beide Lichtbündel konnten durch Metallinterferenzfilter einer Halbwertsbreite von rund 10 mμ gefärbt werden. Die Wirksamkeit eines Lichtes entspricht der Höhe des Belichtungspotentials, das beim Flimmern des betreffenden Lichtes gegen Dunkel entsteht. Durch Variation der Intensitäten konnten alle farbigen Lichter gleich wirksam für das Fliegenauge gemacht werden.

Werden zwei wirksamkeitsgleiche verschiedenfarbige Lichter gegeneinander geflimmert, so sind bei fast allen Wellenlängenkombinationen (λ_1; λ_2) Flimmerpotentiale zu beobachten. Diese Potentiale, die nur durch den Qualitätswechsel des Lichtreizes hervorgerufen werden, wurden λ_1/λ_2-Potentiale genannt. Ihr Auftreten hängt offenbar mit der Fähigkeit des

Fliegenauges zusammen, Farben zu unterscheiden. Der Mindestbetrag, um den zwei Wellenlängen differieren müssen, um noch ein λ_1/λ_2-Potential hervorzurufen, beträgt im Rot (610 bis 690 mμ) 30, oft auch 60 mμ; im Gelb (570 bis 600 mμ) dagegen nur 8 mμ. Doch können auch bei Wellenlängenpaaren, deren Differenz größer ist als die Minimaldifferenz für das betreffende Spektralgebiet, λ_1/λ_2-Potentiale fehlen. So läßt sich zu jedem blauen Licht (400 bis 470 mμ) ein grünes Licht (510 bis 550 mμ) finden, mit dem kein λ_1/λ_2-Potential auftritt, während jedes von beiden mit Blaugrün ein deutliches Potential ergibt. Auch bei unbuntem Glühlicht und einer Wellenlänge im gelben Bereich (575 bis 590 mμ) fehlt ein λ_1/λ_2-Potential. Das Fliegenauge sieht also im Gelb eine Graustelle und beiderseits Blaugrün färbgleiche Gebiete.

Die Höhe des λ_1/λ_2-Potentials ändert sich mit dem Wellenlängenabstand der gegeneinander geflimmerten Lichter. Sie kann als Maß für die Stärke der Unterscheidung angesehen werden. In Fig. 1 ist sie für λ_1 (Vergleichswellenlänge) als Parameter und λ_2 als Variable aufgetragen. Alle Kurven verlaufen im gleichen Spektralgebiet gleich steil und haben im Blaugrün einen Extremwert. Diejenigen Wellenlängen, die gegeneinander geflimmert kein λ_1/λ_2-Potential ergeben, haben als Vergleichswellenlängen gleiche Kurven. Alle Kurven lassen sich ineinander überführen: man klappt denjenigen Teil einer Kurve, der das Maximum im Blaugrün enthält, um die Abszissenachse nach unten (dieses Verfahren ist sachlich gerechtfertigt, da an den Schnittpunkten mit der Abszissenachse die λ_1/λ_2-Potentiale ihr Vorzeichen umkehren) und verschiebt die ganze Kurve längs der Ordinatenachse, bis ihr Minimum auf der Abszissenachse liegt. Fig. 2 gibt die Mittelwerte aus 24 umgeformten Kurven wieder. Diese Kurve gestattet, die relative Höhe des λ_1/λ_2-Potentials zwischen zwei beliebigen Wellenlängen abzulesen: sie ist gleich der Differenz der Ordinaten bei diesen Wellenlängen. In den Gebieten, in denen die Kurve steil verläuft, ergeben benachbarte Wellenlängen schon ein relativ großes λ_1/λ_2-Potential, während in Gebieten flachen Kurvenverlaufs bei großen Wellenlängenunterschieden nur ein kleines Potential entsteht. Die Steilheit dieser Kurve kann als relatives Maß für die Unterschiedsempfindlichkeit für Wellenlängen angesehen werden. Sie ist am größten im Gelb, weniger groß im Blauviolett und am geringsten im Rot und Blaugrün.

Die physiologischen Daten des Fliegenauges sind denen des tritanopen Teiles des menschlichen Auges [zentraler Teil der Fovea[3]] sehr ähnlich. Beide Augen haben im Gelb eine Graustelle, und beide verwechseln gewisse Farben miteinander, die im Spektrum beiderseits des Blaugrün liegen. Dem tritanopen menschlichen Auge erscheinen die kurzwelligen Lichter jenseits des Blaugrün wieder ungesättigter als dieses selbst, ja im äußersten kurzwelligen Gebiet findet sich sogar eine zweite Graustelle. Auch in der Unterschiedsempfindlichkeit für Wellenlängen stimmen beide Augen überein. Beide haben im Gelb ein Maximum, im Blaugrün ein Minimum und im Blau wieder einen Anstieg der Unterschiedsempfindlichkeit. Allein diese Ähnlichkeiten legen es nahe anzunehmen, daß auch das Fliegenauge mit einem dichromatischen Rezeptorensystem arbeitet.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Göttingen.

HILDEGARD STUMPF.

Eingegangen am 21. Oktober 1952.

[1]) Herrn Prof. Dr. H. AUTRUM danke ich für die Anregung zu dieser Untersuchung. Die Versuche wurden mit Apparaten durchgeführt, die die Deutsche Forschungsgemeinschaft Herrn Prof. AUTRUM zur Verfügung stellte.

[2]) AUTRUM, H. J.: Z. vergl. Physiol. **32**, 176 (1950).

[3]) WRIGHT, W. D.: Researches on normal and defective colour vision. London: Kimpton 1946.

Ein neuer Nahrungsfaktor, der die Metamorphose von Tribolium confusum Duv. (Tenebrionidae, Coleoptera) ermöglicht.

Ernährungsphysiologische Untersuchungen mit synthetischen Diäten am Reismehlkäfer (Tribolium confusum) führten zur Auffindung eines Faktors, der den störungsfreien Ablauf der Metamorphose bei dem Versuchsobjekt ermöglicht. Ist dieser Faktor in den synthetischen Kostformen nicht vorhanden, so sterben die aus normal herangewachsenen Larven hervorgehenden Puppen ab.

Zwei der synthetischen Medien (Diät I und Diät II), die den Effekt der Metamorphosestörung zeigen, seien aufgeführt:

Diät I: 50% Casein (vitaminfrei, Firma: Hoffmann-La Roche),
+ 45% Glucose (in Form von: Dextropur DAB 6)
+ 5% McCOLLUM-Salzgemisch.

Je Gramm dieser Grunddiät werden zugesetzt:

1 mg	Ergosterin	35 γ	Nicotinsäureamid
7 γ	Vitamin B_1	70 γ	Ca-Pantothenat
7 γ	Vitamin B_2	10 γ	Folsäure (Pteroylglutaminsäure)
35 γ	Vitamin B_6	0,4 γ	d-Biotin
		2 mg	Cholinchlorid

Diät II: Grunddiät: 95% Reisstärke (Firma: E. Remy & Cie., Frankreich),
5% McCOLLUM-Salzgemisch.

Dieser Grunddiät werden qualitativ und quantitativ wieder die gleichen Wirkstoffe, wie bei Diät I angeführt, zugefügt.

Zur Fertigstellung der Diät II werden je 2 g (Grunddiät + Wirkstoffe) 170 mg eines Gemisches aus den 10 für die Larven von Tribolium confusum essentiellen Aminosäuren (Arginin, Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan, Valin) zugesetzt.

In diesen Diäten aufgezogene Larven erreichen in guter Entwicklungszeit das Puppenstadium. Die Puppen sterben aber ab.

Wir vermuten aus einer Reihe von Befunden zunächst, daß der fragliche Faktor ein Peptid ist. Er kommt, wie zahlreiche Versuche zeigten, in der Natur weit verbreitet vor. Wir nennen ihn: Tribolium-Imago-Faktor (= TIF).

Aus dem Zoologischen Institut München, Abteilung: Paul Buchner-Institut für experimentelle Symbioseforschung.

GUSTAV FRÖBRICH und KURT OFFHAUS.

Eingegangen am 18. November 1952.

Neubestimmung der Halbwertszeit des ThB (^{212}Pb)*.

Für Zwecke der Absoluteichung von Zählrohren für ThB und Altersbestimmungen nach der von F. G. HOUTERMANS [H 51] vorgeschlagenen ThB/ThD-Methode erschien eine Neubestimmung der Halbwertszeit des ThB wünschenswert. Der bisher vorliegende und in den einschlägigen Tabellen (Nuclear Data 1950, Landolt-Börnstein 1951) zitierte Wert von 10,6 Std wurde von der Internationalen Radium-Standard-Kommission ohne Fehlerangabe publiziert [IR 31].

Zur Bestimmung der Halbwertszeit wurde von einem in thoronhaltiger Atmosphäre aktivierten Nickelstift der aktive Niederschlag in blei- und wismutbeschwerter, verdünnter HNO_3 abgelöst. Um Fehler durch die etwaige Störung des radioaktiven Gleichgewichtes beim Ablöseprozeß zu vermeiden, wurde mit der Messung der Radioaktivität der Lösung im Flüssigkeitszählrohr einen Tag später begonnen (die Halbwertszeit des ThC ist 1,01 Std) und das Abklingen über mehrere Halbwertszeiten verfolgt.

Es wurden insgesamt drei Meßreihen aufgenommen, die innerhalb der statistischen Fehlergrenzen übereinstimmten und eine Zerfallskonstante von

$$\lambda = (6{,}498 \pm 0{,}033)\ 10^{-2}\ [\mathrm{h}^{-1}]$$

bzw. eine Halbwertszeit von

$$T = (10{,}67 \pm 0{,}05)\ [\mathrm{h}]$$

ergaben.

Ich danke besonders Herrn Prof. Dr. F. G. HOUTERMANS, Universität Göttingen, für die Möglichkeit, die Messungen unter seiner Aufsicht durchführen zu können.

II. Physikalisches Institut der Universität Göttingen.

H. v. BUTTLAR.

Eingegangen am 12. Dezember 1952.

*) Teil einer Dissertation an der math.-nat. Fakultät der Universität Göttingen.

[H 51]: F. G. HOUTERMANS: Sitzgsber. Heidelberger Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. 1951.

[IR 31]: Intern. Radium-Stand.-Komm: Physik. Z. **32**, 569 (1931).

Funktion des regenerierten Tectum opticum bei Molchen.

Nach Untersuchungen von DETWILER[1],[2]) und PIATT[3]) wird nach einseitiger Exstirpation des Mittelhirns oder der Medulla bei Amblystoma punctatum im HARRISON-Stadium 20 bis 22 (kurz nach Schluß des Neuralrohres) die fehlende Hälfte von der intakten Seite her regeneriert. 13 von 24 Tieren

Tabelle 1.

Art	Anzahl der oper. Tiere	Überlebend nach 10 Tagen	Davon optomotorische Reaktionen nach						
			10 Tagen	20 Tagen	30 Tagen	40 Tagen	50 Tagen	60 Tagen	80 Tagen
Triturus vulgaris . .	106	73	—	5	9	16	21	21	23
Triturus alpestris . .	12	6	—	—	1	1	3	3	3
Pleurodeles waltl . .	33	29	—	1	2	7	14	16	17

Tabelle 2.

Zeitpunkt nach der Operation	5 Tage	10 Tage	20 Tage	30 Tage	40 Tage	50 Tage	60 Tage	80 Tage	100 Tg.	150 Tg.
Lebend	31	29	29	26	24	16	8	7	7	6
Davon mit positiven Reaktionen . .	—	—	1	2	4	9	6	6	6	5
Das sind in %	—	—	3,4	7,7	16,6	56,3	75	86	86	83

waren in mittleren Larvenstadien auf der regenerierten Seite wieder sehtüchtig[3]). SIBBING[4]) stellte nach einseitiger Mittelhirnexstirpation bei Molchlarven von 12 bis 26 mm Gesamtlänge Regeneration dieses Hirnteiles fest. CRELIN[5]) entfernte bei Larven von A. punctatum *einseitig* das Tectum opticum in den HARRISON-Stadien 23 bis 46 (St. 46 ist etwa drei Tage nach Beginn der Nahrungsaufnahme) und fand eine mit zunehmendem Operationsalter immer unvollkommenere Regeneration vom Tectum opticum der anderen Seite her und vom dorsalen Tegmentum aus. Bei Funktionsprüfungen im mittleren Larvenstadium (Gesamtlänge der Tiere etwa 30 mm) erwiesen sich die in den Stadien 23 bis 39 operierten Tiere auf der restituierten Seite als sehtüchtig, während bei den übrigen Versuchstieren (operiert in St. 40 bis 46) keine Reaktionen festzustellen waren.

Die Arbeit von CRELIN veranlaßt mich, über eigene, in den Jahren 1951 und 1952 durchgeführte Versuche mit zum Teil abweichenden Resultaten zu berichten. Auf Anregung von Herrn Prof. Dr. B. RENSCH führte ich bei Urodelen im GLAESNER-Stadium[6]),[7]) 49 bis 52 (Vorderbeine mit vier Zehen, Hinterbeine mit 3 bis 5 Zehen, Länge 14 bis 19 mm) Exstirpationen des *gesamten* Tectum opticum aus. Das Tectum opticum wurde für die Versuche gewählt, da sich Funktionsprüfungen mit Hilfe optomotorischer Reaktionen anstellen lassen. Die Frage, ob auch zu diesem relativ späten Zeitpunkt noch eine funktionelle Regeneration stattfinden kann, konnte positiv beantwortet werden.

Als Versuchstiere dienten: 106 Triturus vulgaris, 12 Triturus alpestris, 33 Pleurodeles waltl. Entfernt wurde das gesamte Mittelhirndach mit den angrenzenden Hirnteilen, um eine vollkommene Entfernung des Tectum opticum zu gewährleisten. Die Funktionsprüfungen wurden mit einer Schwarz/Weiß-Drehtrommel von 15 cm Durchmesser und 14 cm Höhe durchgeführt; Streifenbreite 2,3 cm. Das ruhende Versuchsgefäß für die schwimmenden Tiere hatte einen Durchmesser von 5 cm und eine Höhe von 7 cm. Zwischen diesem Gefäß und der Drehtrommel befand sich Wasser, um gleichmäßige Sichtverhältnisse zu bieten. Als Beleuchtung diente Tageslicht. Mit den Sehprüfungen wurde 2 Tage nach der Operation begonnen. Im ersten Monat wurde an jedem 2. Tag, im zweiten Monat an jedem 4. Tag und anschließend einmal in jeder Woche geprüft. Als positive Reaktionen wurden gewertet: 1. Nystagmus, d.h. langsames Mitdrehen des Kopfes in Drehrichtung und Zurückschnellen in die Ausgangslage; 2. Drehen des ganzen Körpers auf der Stelle; 3. Mitlaufen bzw. -schwimmen an der Wand des Versuchsgefäßes. Manche Tiere zeigten nur eine dieser Reaktionen, andere abwechselnd alle drei.

In den ersten 2 bis 3 Wochen nach der Operation konnten bei keinem Tier optomotorische Reaktionen beobachtet werden. Der früheste Zeitpunkt ihres Erscheinens betrug bei 2 Triturus vulgaris 18 Tage, bei 1 Triturus alpestris 28 Tage und bei 1 Pleurodeles waltl 20 Tage. Diese Zeiten variierten individuell sehr stark. So waren bei einem Versuchstier die ersten optomotorischen Reaktionen erst 75 Tage nach der Operation zu beobachten. Über die weiteren Ergebnisse unterrichtet Tabelle 1.

Betrachtet man die Zahl der positiv antwortenden Tiere hinsichtlich der Zahl der zu dem jeweiligen Zeitpunkt noch lebenden Tiere, so ergeben sich z.B. bei Pleurodeles waltl die in Tabelle 2 angegebenen Werte.

Dieses Ergebnis zeigt, daß die optomotorischen Reaktionen auch bei beidseitiger Entfernung des Tectum opticum in relativ fortgeschrittenen Larvenstadien bei fast allen Tieren regenerierten.

Bei vielen Versuchstieren erfolgte die Wiederherstellung der Sehtüchtigkeit nicht auf beiden Seiten gleichzeitig. So reagierte V 1/b bei l.-Drehung des Musters (dem entspricht Funktion des r. Auges, also funktionelle Regeneration des l. Tectum opticum) bereits nach 18 Tagen, bei r.-Drehung aber erst nach 29 Tagen. P 20/f zeigte optomotorische Bewegungen l. nach 53 Tagen, r. nach 70 Tagen. Bei V 153/g wurde eine durch die Streifendrehung ausgelöste Bewegung nach 23 Tagen zum erstenmal festgestellt, die aber unspezifisch und nicht der Drehrichtung entsprechend erfolgte. Erst 31 Tage nach der Operation konnten bei diesem Tier spezifische Reaktionen nach beiden Drehrichtungen beobachtet werden.

Die negativen Ergebnisse von CRELIN für die im HARRISON-Stadium 40 bis 46 operierten Tiere könnten darauf zurückzuführen sein, daß die Funktionsprüfungen nach der Operation im mittleren Larvenstadium durchgeführt und dann nicht fortgesetzt wurden. Wie die obenstehenden Zahlen erkennen lassen, wurde nämlich das Sehvermögen teilweise erst beträchtliche Zeit nach der Operation wiederhergestellt.

Die histologische Untersuchung der Hirne steht noch aus.

Zoologisches Institut der Universität Münster.

FRIEDRICH-KARL WIEMER.

Eingegangen am 18. November 1952.

[1]) DETWILER, S. R.: J. of Exp. Zool. **96**, 129 (1944).
[2]) DETWILER, S. R.: Anat. Rec. **94**, 229 (1946).
[3]) PIATT, J.: J. of Comp. Neur. **90**, 47 (1949).
[4]) SIBBING, W.: Postnatale Regeneration der verschiedenen Hirnabschnitte bei Urodelen. 1952. (Im Druck.)
[5]) CRELIN, E. S.: J. of Exp. Zool. **120**, 547 (1952).
[6]) GLAESNER, L.: Normentafel zur Entwicklungsgeschichte des gemeinen Wassermolches. Jena 1925.
[7]) Die GLAESNERsche Normentafel gilt exakt nur für Triturus vulgaris. Die Entwicklungsstufe der Larven von Pleurodeles waltl entsprach etwa Stadium 43/43 der Normentafel von GLAESNER (d.h. Vorderbeine mit zwei Zehen, keine Hinterbeine).

Berichtigung

zu dem Aufsatz von W. J. SCHMIDT, „Wie entstehen die Schillerfarben der Federn?", Naturwiss. **39**, 313 (1952): Auf S. 313, zweiter Absatz, Zeile 19, muß es heißen: „. . . hat J. DORST [*4*] unter anderem", nicht haben J. DORST [*4*] u. a.

Berichtigung

zu der Kurzen Originalmitteilung "On the melting points of transition metals" von Z. G. SZABÓ und B. LAKATOS [Naturwiss. **39**, 486 (1952)]: The values of axis of the ordinates to Fig. 2 (S. 487) "the slope of the increase of melting point within one column" should be multiplied by 10.

Berichtigung

zu der Kurzen Originalmitteilung „Die Bildung von α-Aminobuttersäure aus Threonin bei der Hydrolyse mit Salzsäure" von K. HEYNS und W. WALTER [Naturwiss. **39**, 507 (1952)]: Im Literaturverzeichnis muß es unter Nr. 3 heißen: TH. WIELAND und L. WIRTH (nicht TH. WIELAND und L. WINTER).

Verantwortlich für den Textteil: Prof. Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.
Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg.

Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrographie

Unter Mitwirkung von Prof. Dr. **C. W. Correns,** Göttingen, Prof. Dr. **F. K. Drescher-Kaden,** München, und Prof. Dr. **H. Steinmetz,** München. Herausgegeben von Prof. Dr. **O. H. Erdmannsdörffer,** Heidelberg. Die „Beiträge" erscheinen in zwangloser Folge in einzeln berechneten Heften, die zu Bänden vereinigt werden.

Erster Band

Heft 1. Mit 62 Textabbildungen. 120 Seiten. 1947. DM 14.60
Heft 2/3. Mit 109 Textabbildungen und 1 Tafel. 220 Seiten. 1948. DM 26.—
Heft 4. Mit 85 Textabbildungen, 9 Diagrammen, 1 petrographischen Karte und 6 Tafeln im Text. 174 Seiten. 1948. DM 19.60
Heft 5/6. Mit 65 Textabbildungen und 20 Diagrammen. 207, IV Seiten. 1949. DM 28.60

Zweiter Band

Heft 1/2. Mit 31 Textabbildungen und 3 Diagrammen. 188 Seiten. 1949. DM 29.60
Heft 3. Mit 41 Textabbildungen. 80 Seiten. 1950. DM 19.60
Heft 4. Mit 45 Textabbildungen. 114 Seiten. 1950. DM 32.80
Heft 5. Mit 34 Textabbildungen. 94 Seiten. 1951. DM 28.60
Heft 6. Mit 26 Textabbildungen. 84 Seiten. 1951. DM 26.80

Dritter Band

Heft 1. Mit 32 Textabbildungen und 2 Tafeln. 76 Seiten. 1952. DM 22.80
Heft 2. Mit 41 Textabbildungen. 70 Seiten. 1952. DM 19.80
Heft 3. Mit 37 Textabbildungen. 106 Seiten. 1952. DM 29.80

Struktur und Eigenschaften der Kristalle

Eine Einführung in die physikalische und chemische Kristallkunde. Von **Helmut G. F. Winkler,** Dr. phil. ao. Professor der Mineralogie und Kristallographie an der Universität Göttingen. Mit 62 Abbildungen, 78 Tabellen und 1 Tafel. VIII, 258 Seiten. 1950. DM 16.80

Kristallometrisches Praktikum

Grundbegriffe und Untersuchungsmethoden. Von **Robert Schroeder,** Assistent am Mineralogischen Institut der Universität Heidelberg. Mit 156 Abbildungen. VIII, 199 Seiten. 1950. DM 15.60

Die Feldspat-Quarz-Reaktionsgefüge der Granite und Gneise und ihre genetische Bedeutung

Von Professor Dr. **F. K. Drescher-Kaden,** München. („Mineralogie und Petrographie in Einzeldarstellungen", Band I.) Mit 210 Textabbildungen. XI, 259 Seiten. 1948. DM 39.—

Geologie, Mineralogie und Lagerstättenlehre

Eine Einführung für Bergschüler, Gruben- und Vermessungsbeamte, Studierende des Bergbaus, des Bauingenieurwesens und der Naturwissenschaften. Von Professor Dr. **Paul Kukuk,** Bergassessor a. D. Mit 370 Abbildungen. XII, 306 Seiten. 1951. Ganzleinen DM 28.50

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper

Von Dr. **Bruno Sander,** Professor an der Universität Innsbruck. In zwei Teilen.

Erster Teil: **Allgemeine Gefügekunde und Arbeiten im Bereich Handstück bis Profil**
Mit 66 Abbildungen im Text. X, 215 Seiten. 1948. DM 30.—; Ganzleinen DM 32.—

Zweiter Teil: **Die Korngefüge**
Mit 153 Abbildungen im Text. 166 Gefügediagramme und 8 zum Teil farbigen Tafeln. XII, 409 Seiten. 1950. DM 60.—; Ganzleinen DM 63.—

SPRINGER-VERLAG / WIEN

Geometrische Kristallographie und Kristalloptik und deren Arbeitsmethoden. Eine Einführung

Von Professor Dr. **Franz Raaz,** Wien und Professor Dr. **Hermann Tertsch,** Wien. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 260 Textabbildungen. X, 215 Seiten. 1951. DM 19.—

Das seit seinem ersten Erscheinen im Jahre 1939 als Lehrbehelf bestens eingeführte Buch wendet sich in erster Linie an den Studierenden der Mineralogie, aber auch an alle jene Interessenten (Geologen, Bergtechniker, Physiker und Chemiker), die sich gelegentlich praktisch mit mineralogischen Fragen befassen müssen. Es ist kein theoretisches Lehrbuch, sondern will vor allem behilflich sein, in die wichtigsten geometrisch-physikalischen Arbeitsmethoden der allgemeinen Mineralogie möglichst rasch und einfach einzudringen, in einem Umfang, wie dies etwa bei den Anfängerpraktiken an den Hochschulen üblich ist.

Kristalle und Gesteine
Ein Lehrbuch der Kristallkunde und allgemeinen Mineralogie

Von Professor Dr. **P. Eskola,** Helsinki. Mit 461 Abbildungen im Text. VIII, 397 Seiten. 1946.
Ganzleinen DM 39.—

Aus den Besprechungen: Das Buch ESKOLAS bringt eine ausgezeichnete Einführung in dieses Gebiet für alle, die Kristallkunde als Haupt- oder Hilfswissenschaft benötigen. Es geht bewußt über den Rahmen der üblichen allgemeinen Mineralogie hinaus, indem es weitgehend auf die Kristalle überhaupt, d. h. auch auf künstliche Kristalle, Bezug nimmt. Dadurch wird es zu einem für den Chemiker und Physiker, wie auch für den Keramiker und Technologen wertvollen Hilfsbuch.
„Berg- und Hüttenmännische Monatshefte"

Einführung in die Gesteinskunde

Von Professor Dr. **H. Leitmeier,** Wien. Mit 100 Textabbildungen. VIII, 275 Seiten. 1950. DM 18.50

Das Buch faßt zum ersten Male alles zusammen, was ein Studierender der Naturwissenschaften, ein Forscher aus einem Nachbargebiete, aber auch ein interessierter Naturliebhaber wissen muß, um den weiten Bereich der Gesteine zu beherrschen, daß er sich im Gelände zurechtfinden und beurteilen kann, was die einzelnen Gesteine für den Aufbau der Erdkruste bedeuten. Es bietet die Grundlage, von der aus ein tieferes Eindringen in die überaus vielgestaltige Petrologie möglich ist.

Lagerstättenlehre. Ein kurzes Lehrbuch von den Bodenschätzen in der Erde

Von Professor Dr. phil., Dr.-Ing. h. c. **W. Petrascheck,** Leoben und Professor Dr. phil. **W. E. Petrascheck,** Leoben. Mit 233 Textabbildungen. VIII, 410 Seiten. 1950. DM 35.—; Ganzleinen DM 37.80

Dieses Buch, das erste seiner Art in deutscher Sprache, ist in erster Linie als Studienbehelf für Studierende des Bergwesens, der Geologie und der Mineralogie gedacht. Es setzt jedoch gewisse Kenntnisse aus den letztgenannten beiden Fächern voraus. Vorkommen und Entstehung der verschiedenartigen mineralischen Bodenschätze werden an Hand von bekannteren Beispielen geschildert, wobei Mitteleuropa und der Nahe Osten besonders berücksichtigt werden. Der Reihe nach werden Erze, Salze, Industriemineralien, Steine und Erden, Kohle und Erdöl behandelt. Anmerkungen über Ansprüche der Wirtschaft sind jeweils angefügt, ebenso auch eine Auswahl von Produktionsdaten aus nachbarlichen oder für die Weltwirtschaft wichtigen Ländern.

Die Lagerstätten nutzbarer Mineralien, ihre Entstehung, Bewertung und Erschließung

Von Professor Dr. Dr. **B. Granigg,** Graz. Mit Beiträgen von Dr.-Ing. J. Horvath, Berlin und Dipl.-Ing. V. E. Gerzabek, Wien. Mit 156 Textabbildungen. VIII, 217 Seiten. 1951.
DM 18.50; Ganzleinen DM 21.—

Das Buch bespricht in knapper Form die Entstehung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. Dabei werden die Lagerstätten als Sonderfälle der Gesteinsbildung betrachtet. In einem zweiten, wirtschaftlichen Teil wird auf die Bewertung und im dritten Teil des Buches auf die Erschließung der Lagerstätten eingegangen. Besondere Beiträge beschäftigen sich mit „Tiefbohrungen auf Erdöl" und „Geophysikalischen Schürfverfahren". Der erste und dritte Teil wenden sich in erster Linie an den Montangeologen, Bergbau- und Hütteningenieur und den Chemiker, während der zweite demjenigen, der Gutachten zu stellen oder aus Gutachten Folgerungen zu ziehen hat, nützliche Hinweise bringt.

SPRINGER-VERLAG / WIEN

Diesem Heft liegt ein Prospekt des Springer-Verlages, Berlin · Göttingen · Heidelberg, bei.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.